

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне найменування інституту, факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»
(код та назва спеціальності)

за спеціалізацією «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

на тему: «Виготовлення одинарної керамічної цегли:

застосування золи-виносу»

Виконав: студент 2 курсу, групи ХМ-71мп
Мельник Катерина Олегівна

(підпис)

Керівник: доц., к.т.н. Павленко В.М.

(підпис)

Консультанти:

Охорона праці _____ доц., к.т.н. Полукаров Ю.О. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Економічна частина _____ доц., к.е.н. Тюленєва Ю.В. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Автоматизація
виробництва _____ ас. Бородін В.І. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Київ - 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

за **освітньо-професійною** програмою

Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

Спеціалізація – «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) _____ Б.Ю. Корнілович
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Мельник Катерині Олегівній

1. Тема дисертації: **«Виготовлення одинарної керамічної цегли: застосування золи-виносу»**

науковий керівник дисертації *доц., к.т.н. Павленко В.М.*

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4099-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____

4. Предмет дослідження _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Тюленєва Ю. В., доц., к.е.н.		
	Полукаров Ю. О., доц., к.т.н.		
	Бородін В. І., асистент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз стану виробництва в галузі, вибір асортименту продукції та сировинних матеріалів. Обґрунтування технологічної схеми		
2	Розрахунок матеріального балансу виробництва		
3	Вибір та розрахунок технологічного обладнання, площі складів, об'ємів бункерів та ін.		
4	Опис технологічної схеми виробництва		
5	Контроль технологічних параметрів виробництва та автоматичне регулювання процесів		
6	Проведення економіко-організаційних розрахунків		
7	Питання охорони праці на виробництві		
8	Теплотехнічний розрахунок обладнання для термічної обробки		
9	Виконання графічного матеріалу		
10	Оформлення пояснювальної записки		

Студент _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

Реферат

Дипломна дисертація вміщує:

кількість сторінок: __;

кількість ілюстрацій: __;

кількість таблиць: __;

кількість джерел: __;

кількість додатків: __.

Метою цієї дисертації є розробка інноваційної енерго-ресурсозберігаючої технології виробництва керамічної цегли нормального формату із застосуванням золи-виносу, що сприяє вирішенню економічних та екологічних проблем.

На основі аналізу літературних та експериментальних даних визначено оптимальні технологічні параметри процесу (співвідношення глиниста сировина – зола-виносу, температура випалу тощо), які дозволяють підвищити техніко-економічні показники та якість продукції.

Тепло-технологічними розрахунками показано, що розроблена технологія дозволяє зменшити витрати палива на 11%.

На основі отриманих даних розроблено проект виробництва одинарної керамічної цегли нормального формату, продуктивністю 26 млн шт/рік.

Таким чином, здійснено вибір сировини, виконано матеріальний баланс виробництва та теплові розрахунки печі для випалу цегли, розглянуто основні питання з охорони праці й техніки безпеки. Проведено економіко-організаційні розрахунки. Розроблено схему автоматизації виробничої лінії.

КЕРАМІЧНА ЦЕГЛА, ЦЕГЛА НОРМАЛЬНОГО ФОРМАТУ,
ЗОЛОШЛАКОВІ ВІДХОДИ, ЗОЛА-ВИНОСУ ТЕС, УТИЛІЗАЦІЯ,
ПЛАСТИЧНЕ ФОРМУВАННЯ

The abstract

Diploma dissertation contains:

— pages;
— pictures;
— tables;
— links;
— apps.

The goal of diploma project is development of innovative energy-resource-saving technology for the production of a single ceramic brick of a normal format, with using fly ash, which helps to solve economic and environmental issues.

On the basis of the analysis of literary and experimental data, optimal technological parameters of the process (the ratio of clay raw materials and fly ash, firing temperature, etc.) are determined, which allow to increase the technical and economic parameters and the quality of production.

Heat-technological calculations shows that the developed technology allows to reduce fuel consumption by 11%.

On the basis of the received data, a project for the production of reversible ceramic bricks of a normal format, with a productivity of 26 million pcs / year, has been developed.

The selection of raw materials, material balance calculations and heat production kiln bricks, the basic issues of health and safety has been done. Economic-organizational calculations are presented. The scheme of automation of the production line has been shown.

CERAMIC BRICK, NORMAL FORMAT BRICK, ASH AND SLAG
WASTE, FLY ASH, UTILIZATION, PLASTIC FORMATION

ВСТУП	7
1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1 Стан сучасного виробництва керамічної цегли в Україні.....	10
1.2 Огляд існуючих технологій або методів виготовлення продукції	16
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва	23
2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції	25
2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв.....	29
2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва	33
2.5 Матеріальний баланс виробництва	46
2.6 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату	52
2.7 Генеральний план підприємства.....	67
3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ.....	73
3.1 Короткий опис технологічного процесу, як об'єкту управління	73
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	76
4.1 Охорона праці	76
4.1.1 Виявлення та аналіз шкідливих небезпечних виробничих факторів на проектованому об'єкті. Заходи з охорони праці.....	76
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	83
4.2.2 Пожежна безпека	84
5. СТАРТАП-ПРОЕКТ	91
5.1 Резюме	91
5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу	93
5.3 Складові калькуляції на розробку і реалізацію ідеї.....	99
5.4 Аналіз джерел фінансуваннястартапу	109
ВИСНОВКИ	110
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	112

ВСТУП

Виробництво будівельної кераміки – традиційна і водночас новаторська галузь, де активно вдосконалюються технології виробництва, розширюються сфери застосування та урізноманітнюються види продукції для задоволення зростаючих потреб будівництва.

В Україні є багаті запаси природної будівельної сировини: легкоплавкі глини, каоліни, кварцити, будівельно-промисловий камінь. Промисловість будівельних матеріалів забезпечує вітчизняне виробництво багатьма видами продукції. Це і стінові, в'язучі, покрівельні, оздоблювальні, облицювальні, ізоляційні матеріали, будівельне скло, збірний залізобетон і бетон, покрівельна кераміка і фаянс, санітарно-технічні вироби та інше [1].

У виробництві стінових керамічних матеріалів окремою позицією виділяється виробництво цегли.

При цьому найбільша частка виробів (близько 70%) припадає на рядову керамічну цеглу. Цегла є одним з екологічно чистих матеріалів для будівництва. Вона застосовується для спорудження зовнішніх і внутрішніх стін об'єктів різного призначення, склепінь, стовпів, інших несучих конструкцій, де характеристики міцності цегли використовуються повністю.

По ряду технічних характеристик і споживчих якостей керамічну цеглу спрощено можна класифікувати наступним чином:

- рядова цегла повно-і пустотіла;
- облицювальна цегла та фігурні елементи;
- великоформатні пустотілі керамічні блоки;
- вогнетривка і кислототривка цегла;
- клінкер.

Керамічна цегла має ряд технічних переваг:

- якісна облицювальна цегла має межу міцності на стиск не менше 150 МПа і морозостійкість до 100 циклів. Поєднання таких якостей в одному виробі говорить про її довговічність, що підтверджено багатовіковим досвідом експлуатації цегляних стін;

- кераміка характеризується двома корисними якостями - низькою (в порівнянні з іншими кам'яними матеріалами) теплопровідністю і високою

теплоємністю. Це означає, що при включеному опаленні цегляні будинки швидко прогріваються і добре зберігають тепло. А в спекотну погоду цегляні стіни перешкоджають проникненню теплової енергії всередину будинку. Додаткове використання ефективних ізоляційних матеріалів дає винятковий тепловий комфорт, зниження тепловтрат і витрат на опалення;

- високі показники повітро-і паропроникності кераміки в поєднанні з теплотехнічними якостями забезпечують гігієнічність цегляних будинків;
- кераміка абсолютно нешкідлива для здоров'я людини. Сировинна база складається з натуральних компонентів, основний з яких – глина[1].

Повнотіла керамічна цегла повсюди застосовується при зведенні несучих стін, склепін, опорних колон, фундаментів і інших, сильно навантажених конструкцій будівель, а також димових труб в тих випадках, коли температура газів, що відходять нижче температури випалу цегли.

Виробництво керамічної цегли та керамічних стінових матеріалів в цілому є однією з найбільш енергоємних галузей промисловості будівельних матеріалів. У зв'язку з цим питання пошуку і виявлення нових резервів економії паливно-енергетичних ресурсів у виробництві цих матеріалів особливо важливі. Одним з ефективних джерел економії технологічного палива у виробництві керамічних стінових матеріалів є використання зол теплових електростанцій (ТЕС) в якості основної сировини, що містить певну кількість недогорівших частинок вугілля.

Актуальність. Зниження витрат виробництва, підвищення якості та розширення асортименту продукції, що випускається є пріоритетною проблемою цегельного виробництва. Один із шляхів вирішення проблеми - використання промислових відходів як сировинного компонента керамічної цегли. Питання утилізації відходів стоїть на стику проблем ресурсо- та енергозбереження, екологічної безпеки, вдосконалення технологій. Серед актуальних напрямків досліджень важливе місце займає використання золи-виносу ТЕС.

Мета і завдання роботи. Метою цієї роботи є розробка інноваційної енерго-ресурсозберігаючої технології виробництва керамічної цегли

нормального формату із застосуванням золи-виносу ТЕС, що сприяє вирішенню екологічних та економічних проблем.

Для реалізації заданої мети були визначені наступні *завдання*:

- проаналізувати склад і властивості сировинних матеріалів;
- запровадити технологію керамічної цегли пластичного формування з використанням золи, описати багатофакторне значення технології;
- проаналізувати експлуатаційні властивості готової продукції;
- дослідити результат застосування відходів золи-виносу.

Наукова новизна. Запропоновано технологію отримання керамічної цегли з додаванням відходів золи-виносу. Розглянуто залежність фізико-механічних характеристик готових виробів від процентного вмісту золи-виносу.

Доцільність використання золошлакових відходів обумовлена зменшенням витрат глинистої сировини та палива при виробництві, зменшенням браку на виробництві та підвищенням якості готових виробів.

1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Стан сучасного виробництва керамічної цегли в Україні

Розвиток ринку цегли тісно пов'язаний зі зміною обсягів будівництва, які, в свою чергу, демонструють сильну залежність від загального стану економіки.

За даними дослідження компанії ProConsulting [2], ринок цегли в Україні наразі перебуває у довгостроковому зростанні, незважаючи на зменшення виробництва на 7% у першому півріччі 2018-го. Падіння обсягів виробництва аналітики пов'язують із зниженням обсягів будівництва житла і зростанням його вартості. Передусім, це стосується невогнетривкої рядової цегли, яка займає 89% ринку. Попит на вогнетривку цеглу більш стабільний. Втім, незважаючи на наявність на ринку великої кількості замінників цегли, керамічна цегла поки що залишається основним матеріалом при зведенні стін – 48% у 2017 році.

На рис.1 наведені дані з виробництва керамічної цегли за 2007-2018 рр. Обсяги виробництва цегли впали майже в два рази в 2009 році у зв'язку з скороченням попиту через вплив світової економічної кризи.

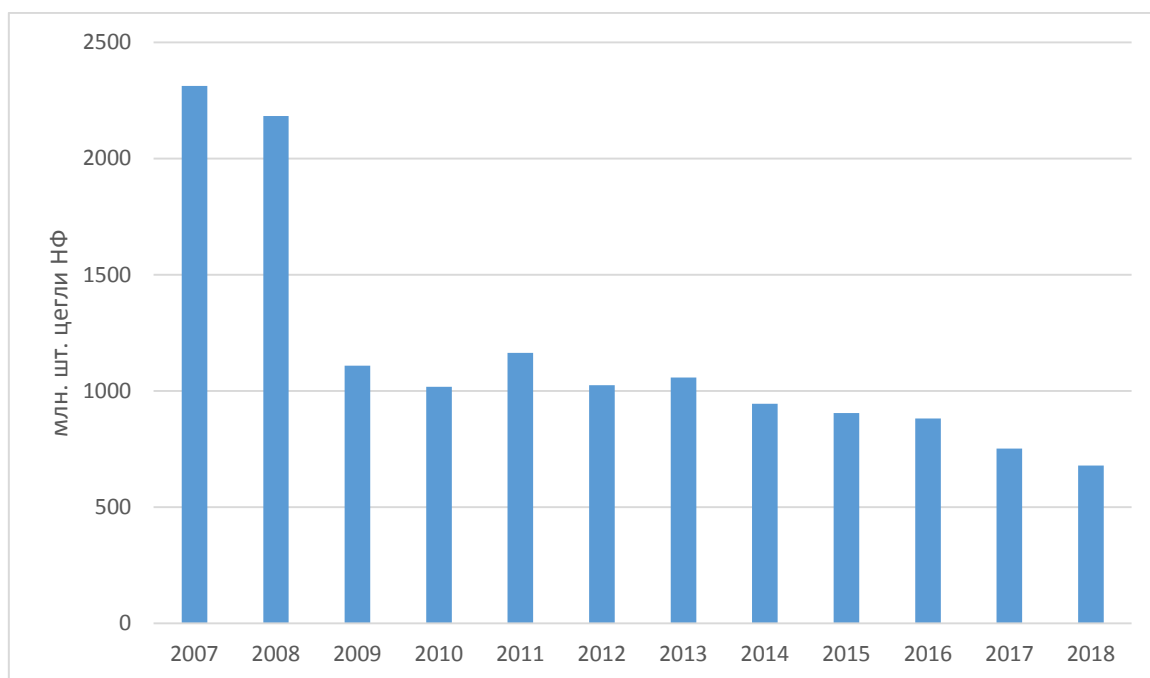


Рис.1 Виробництво керамічної цегли в Україні (дані Держстату) [2]

У 2011 році в будівельному секторі спостерігалось деяке пожвавлення після кризи 2008-2010 рр., яке вже в 2013 році змінилося затяжним спадом, який тривав аж до 2015 року.

Політична та економічна криза в Україні, що вибухнула в 2014 році, посилила негативні тенденції, що спостерігаються в будівельному секторі. У 2016 році на тлі зростання ВВП було відзначено збільшення обсягів будівництва.

У той же час, обсяг робіт по будівництву житлових будинків в 2015-2016рр. був вище, ніж в 2010-2013 рр., що допомагало підтримувати попит на цеглу.

Зміна обсягів будівництва є основним фактором, що впливає на попит на ринку цегли. У зв'язку з різким скороченням будівельних робіт в результаті кризи 2008-2009 рр. обсяги реалізації цегли впали майже в два рази, після чого залишалися на приблизно однаковому рівні протягом останніх 6 років.

Виробництво керамічної цегли в Україні знизилось у 2011 р. і становило 1022 млн шт. умов. цегли, що наполовину менше виробництва 2007 р. (рис. 1). Розвиткові такої ситуації «посприяла» криза. І 2009-й, і 2010-й роки відзначились вкрай низькими показниками виробництва[8].

За підсумками I кварталу 2018 індекс будівельної продукції по відношенню до аналогічного періоду 2017 впав на 0,3%, виробництво цегли скоротилося в I кварталі 2018 року на 3%.

На ринку цегли на тлі кризових явищ були виявлені основні тенденції:

- посилився вплив фактора географічної близькості виробника до споживача будівельних матеріалів, що призвело до зростання попиту на товар, який виробляється у межах певного регіону і не потребує додаткових витрат на його доставку;
- «заморожування» будівництва на час кризи призвело до скорочення виробництва та умпорту стінових керамічних матеріалів через значне зниження попиту на керамічну цеглу. Проте скорочення попиту на цеглу компенсувалось зростанням його на керамічні блоки та газобетонні плити,

що сприймаються населенням як екологічно чисті та енергозберігаючі матеріали.

За оцінками ТзОВ «Євротон» у 2010 році український ринок спожив більш, ніж 40 млн шт великоформатних керамічних блоків, або у 1,5 раза більше, ніж у 2009 р. Вже у 2011 р. споживання великоформатних блоків на українському ринку зросло до 55 млн шт. цегли нормального формату. Тенденціями післякризового відновлення галузі стало зростання споживчого попиту на якісні стінові матеріали, енергозберігаючі та екологічні (облицювальну цеглу, великоформатні керамічні блоки, клінкергу цеглу): у 2011 році ринок спожив 158,7 млн шт. облицювальної цегли, 55 млн шт. великоформатних блоків, 32 млн шт. клінкерної цегли. Загалом споживання керамічних стінових матеріалів зросло у 2011 р. на 7% і становило 1,1 млрд шт. цегли нормального формату [16].

На території України налічується близько 200 виробників цегли. З них найбільшими учасниками ринку, є наступні:

- ПрАТ «СБК». Два цегельні заводи в Київській і Сумській областях, оснащені сучасним обладнанням.
- ПрАТ «Роздільський керамічний завод» (ТМ «Євротон»). Підприємство розташоване у Львівській області, використовує сучасне обладнання та технології.
- ТОВ «Керамейя». Завод розташований в м. Суми.
- ТОВ «АПБ-цегла». Завод розташований в Житомирській області, використовує власну високоякісну глину Турбовського каолінового родовища, оснащений сучасними технологіями.
- ТОВ «Білоцерківські будматеріали» (м. Біла Церква, Київська обл.).
- ТОВ «Альтком-Керам». Підприємство розташоване в Донецькій області на території, підконтрольній українському уряду.
- ТОВ «Керамікбудсервіс» (Івано-Франківська обл.)
- ТОВ «Керамбуд» (Львівська обл.)

На Київщині лідером по виробництву лицьової керамічної цегли є ВАТ "Будматеріали" (Біла Церква), який випускає 25-30 млн. шт. цегли НФ на рік, при цьому 95 % лицьової керамічної цегли марки "150". На підприємстві планується реконструкція печі з використанням обладнання французької фірми "Серік" та українського інженірингу[9].

З 2005 року на будівельному ринку України присутня компанія "Wienerberger", світовий лідер по виробництву стінових керамічних виробів, яка планує будівництво заводу по виробництву керамічних порожнистих виробів відомих в світі під маркою "Поротерм" в м. Фастів (Київської обл.).

Значний виробничий потенціал має Кузменецький цегельний завод (Кагарлицького району Київської обл.). На цьому підприємстві також планується виробництво сучасних керамічних виробів.

Трапляються випадки, коли нові власники викупувають підприємства без прив'язки до кар'єрів (або з прив'язкою до неякісної сировини) і через це несуть серйозні збитки.

Наприклад, Новороздільському цегельному заводу (Львівська область), що працював на кар'єрних розробках колись потужного державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка», довелося вирішувати питання з сировиною та домовлятися про закупівлю глини з сусідами-конкурентами[8].

В зв'язку з відпрацюванням глинистого кар'єру в Ромнах (Сумської обл.) виникають сировинні проблеми у лідера по виробництву лицьової керамічної цегли на Україні – ЗАТ "Слобожанська будівельна кераміка".

В Донецькому регіоні стрімко розвивається виробництво лицьової керамічної цегли. На ТОВ "Альтком-Керам"(м. Очеретини Донецької області). Лицева керамічна цегла виробляється способом жорсткої екструзії на пресах провідної американської фірми J.S."Steell". Випал цегли здійснюється на німецьких теплових агрегатах[9].

Будівництво заводів по виробництву високоякісної цегли розвивається як в східному регіоні так і в західному.

В західному регіоні значний інтерес являє ТОВ "Керамікбудсервіс" (с. Загвіздя Івано-Франківської обл.). Виробництво побудовано на використанні

новітніх технологій і обладнання всесвітньо відомої фірми "Серік" та українського інженіринга. Планується випуск керамічного клінкеру для облицювання фасадів та дорожнього покриття.

В п.Жовква Львівської обл. побудовано завод з виробництва порожнистого каменю відомого в світі під маркою "Поротерм" (порожнистість 42 %) з використанням німецького обладнання і польського інженірингу. Особливістю даного виробництва є використання в якості керамічної сировини 100 % відходів вугледобутку.

ТОВ "Майдан-Вильський вогнетривкий завод" (с. Михайлючка Хмельницької обл.), що є прикладом отримання ефективного інвестора (ТОВ "Каолін-Інвест" м. Київ) починає розвиток гірничого господарства та впровадження новітніх технологій при виробництві цегли.

В південному регіоні також почався розвиток керамічної промисловості. Так в с. Петрівці Миколаївської обл. ТОВ "Санта" є завод потужністю 30 млн. шт. цегли нормального формату з використанням обладнання французької фірми "Серік"[10].

"Таврійська будівельна компанія" (м. Херсон) отримала ліцензію на Знаменське родовище глини та планує розпочати проектування і будівництво заводу по виробництву ефективної керамічної цегли.

На ринку України широко представлено вітчизняне та імпордне обладнання заводів по виробництву стінових керамічних матеріалів.

Країни СНД представлені на ринку керамічного обладнання України Білоруською компанією НПО "Строммашина"(м. Могильов), що характеризується високою якістю та більш доступною ціною.

Широким попитом на керамічному ринку України користується обладнання французької фірми "Серік", з використанням якого побудовано ряд заводів по випуску лицьової цегли на Україні. Це пов'язано з високою якістю цегли, яку можливо отримати при використанні технологічних ліній фірми "Серік"[8].

Будівельний ринок України є привабливим для різних європейських компаній виробників технологічного обладнання.

Так наприкінці 2006 р. португальська фірма "Metalcertima" запропонувала свої технологічні лінії для виробництва керамічної стінових матеріалів. В теплових агрегатах фірми "Metalcertima" в якості палива може використовуватися, як газ, так тверде та рідке паливо (вугілля, мазут, нафтовий кокс, відходи деревообробної промисловості). Особливість даної технології є в тому, що при використанні твердого палива на пічках фірми "Metalcertima" можливе отримання лицьової керамічної цегли, що для України при існуючих теплових агрегатах не є можливим. Наші фахівці працюють зі спеціалістами португальської фірми в цьому напрямку.

Україна володіє великим сировинним та науковим потенціалом для розвитку будівельної кераміки. Крім цього на Україні є потужна машинобудівна база та практичний досвід будівництва та запуску заводів з використанням обладнання провідних європейських виробників [9].

1.2 Огляд існуючих технологій або методів виготовлення продукції

Розрізняють два основних методи виробництва керамічної цегли - методи пластичного і напівсухого формування, кожен з яких має свої переваги та недоліки. При наявності рихлих глин і глин середньої щільності з вологістю не більше 23-25% застосовують пластичний спосіб переробки глин; для занадто щільних глин з низькою вологістю (менше 14-16%), які погано піддаються зволоженню і обробці - напівсухий спосіб переробки[6].

Метод напівсухого пресування передбачає попереднє висушування сировини, подальше подрібнення його в порошок, пресування сирцю в прес-формах при питомих тисках, в десятки разів перевищують тиск пресування на стрічкових пресах. Переваги технології напівсухого пресування полягає в тому, що спресований цегла-сирець укладається безпосередньо на пічні вагонетки і на них висушується в тунельних сушарках, або ж, мінаючи попередню досушку, безпосередньо надходить на випал. Комплексна механізація виробництва здійснюється простіше, ніж при методі пластичного формування. Однак технологія напівсухого пресування вимагає більш досконалої системи на етапах приготування і транспортування порошку, використання більш високопродуктивних пресів.

Метод напівсухого формування має істотні переваги. Його використання дозволяє на базі місцевої глинистої сировини невисокої якості розгорнути виробництво досить якісної цегли, що задовольняє вимогам стандарту, правильної форми, із чіткими гранями. Витрати палива на сушіння сипкої глини у сушильному барабані перед формуванням виявляються значно меншими, чим на відносно більше повільне сушіння вологого сирцю пластичного формування. Та й взагалі процес підготовки порошку і сушіння при цьому методі не вимагає таких витрат, як при пластичному формуванні. Ще одна перевага пов'язана з високої міцністю сирцю, що дозволяє укладати його відразу після формування в багатошарові технологічні пакети без наступного перекладання. Ці переваги обумовили широке поширення метода напівсухого формування. Випал цегли при обох методах виконується в

однакових печах, хоча цегла напівсухого формування, як правило, вимагає на 50°C більше високої температури випалу і висуває підвищені вимоги до сталості цієї температури[7].

Основний недолік, органічно властивий методу напівсухого формування, пов'язаний із зернистою структурою сирцю і цегли, що програє в однорідності цеглі пластичного формування. Показники якості цегли напівсухого формування (міцність, морозостійкість, довговічність), відповідаючи вимогам стандартів, все-таки мають значно меншу максимальну границю.

Стабільне виробництво керамічної цегли методом напівсухого пресування неможливе, тому найбільш поширена в промисловості стіновий кераміки є технологічна схема виробництва виробів з пластичним способом підготовки маси, незважаючи на свою складність і тривалість. Метод формування з пластичних мас історично склався на основі пластичних властивостей глин і широко використовується в керамічній технології. Спосіб пластичного формування дозволяє випускати вироби в широкому асортименті, більших розмірів, складної форми і більшою пустотністю. В окремих випадках межа міцності при згині і морозостійкість таких виробів вище, ніж у виробів, отриманих способом напівсухого пресування з того ж сировини[8].

При переробці глин в сирому вигляді схема підготовки сировини дещо простіша та економічніша, оскільки потрібно менше переробного устаткування, отже, менше енергоємність. Все обладнання більш надійне і простіше в обслуговуванні. Температура випалу виробів приблизно на 500C нижче, ніж у виробів напівсухого пресування, що дозволяє також знизити енерговитрати на випал і в якійсь мірі компенсувати високі витрати на сушку.

Щоб отримати вироби необхідної якості необхідно з глини видалити кам'яністі включення, зруйнувати її природну структуру, отримати пластичну масу, однорідну по складу речовин, вологості і структурі, а також надати масі належні формувальні властивості. Глиняний брус формують в

горизонтальних стрічкових шнекових пресах часто з вакуумуванням маси. Вакуумування маси сприяє підвищенню її щільності, пластичності, покращує формувальні властивості.

В даний час на багатьох керамічних і цегляних заводах широко застосовується зволоження глини парою. Цей спосіб полягає в тому, що в масу подається гострий пар, який при зіткненні з холодною глиною конденсується на її поверхні. В результаті парозволоження оброблювана маса нагрівається до 45-60⁰С. Парозволоження має суттєві переваги, так як поліпшується здатність маси до формування, що зумовлює зменшення браку при формуванні та підвищення продуктивності стрічкових пресів на 10-12%, зниження витрат електроенергії на 15-20%. В результаті парозволоження поліпшуються сушильні властивості маси, що дозволяє скоротити тривалість сушіння сирцю на 40-50%. Іноді виробляють додаткову обробку керамічної маси, яка здійснюється в вальцях тонкого помелу [6].

Для прикладу наведемо опис сучасної технології виробництва продукції ТМ «Євротон». Вперше в Україні ТМ «Євротон» розпочато випуск конкурентноспроможної продукції за новітньою технологією на сучасному обладнанні провідних німецьких фірм «Lingl» та «Rieter» з високим рівнем механізації, автоматизації, контролю та керування технологічним процесом на всіх стадіях виробництва[10].

Використання виробничих ліній з високим рівнем автоматизації дозволяє звести до мінімуму людський фактор, що забезпечує високу якість випуску продукції. Весь технологічний процес виробництва охоплений автоматичним керуванням на базі командоконтролерів SIMANTIC S5, S7 фірми SIEMENS, цифрових крокових регуляторів фірми PHILIPS, що забезпечує суворе дотримання заданих технологічних параметрів, гарантує ведення процесу в допустимих технологічних регламентах. Висока надійність електронного обладнання вказаних фірм забезпечує високу якість виготовленої продукції. Система управління виробництва вирішена так, що її без суттєвих змін можна використовувати для виробництва широкого асортименту високоякісних керамічних виробів.

Для процесу сушки повністю використовується тепло тунельної печі, що знижує теплові витрати і підвищує якість випалу. Таким чином, досягнуто високої економічності витрат тепла і виробництва в цілому.

Усадочна рама німецької фірми Терторак дає змогу проводити пакування готової продукції за європейським стандартом, що робить продукцію зручною у завантаженні, розвантаженні та транспортуванні, невибагливою до умов зберігання. Окрім міцності самого керамічного матеріалу, спеціальне пакування унеможливорює биття чи інше механічне пошкодження[10].

У виробництві будівельної керамічної цегли основними напрямками є вдосконалення технології, поліпшення якості продукції, що випускається, зменшення витрат на паливо, тобто енергозбереження, ресурсозбереження та екологічність. Одним із стратегічних шляхів вирішення деякої з екологічних проблем – є використання золошлакових відходів (які за хімічним та мінералогічним складом багато в чому ідентичні природній мінеральній сировині) в промисловості та будівельній індустрії.

Зола-виносу–тонкодисперсний матеріал, що складається з частинок розміром від часток мікрона до 0,14мм. Зола утворюється в результаті спалювання твердого палива на ТЕСі вловлюється електрофільтрами, після чого в сухому стані відбирається за допомогою золозбірника на виробничі потреби, або в мокрому стані разом з водою і шлаком відправляється на звалища [18].

Паливом слугує вугілля, яке в основному використовується для прямого спалювання в котлах для виробництва теплової та електричної енергії.

Аналіз складу вугілля з різних родовищ показує, що його зольність, що характеризує мінеральну складову, змінюється в широких межах і може досягати 50%[20].

Мінеральний склад вугілля і вміст мінеральної частини в вугіллі часто інтерпретується поняттям зольності (A_p - зольності вугілля на робочу масу), хоча очевидно, що зола утворюється тільки при спалювання або термічної

переробки твердих палив в процесі окислення компонентів мінеральної частини. Основними компонентами мінеральної частини твердих горючих копалин є карбонати, сульфіді і глинисті матеріал, які зазнають в процесі термічної переробки такі перетворення. Карбонати розкладаються на оксиди і вуглекислий газ, дисульфід заліза окислюється з утворенням оксидів заліза Fe_2O_3 і SO_2 . Глинисті мінерали (каолінит, гідрослюда, монморелоніт) втрачають кристалізаційну воду[6].

Проблема накопичення золошлакових відходів

Теплові електростанції (ТЕС), розташовані по всій Україні, є багатотонажним джерелом золошлакових відходів. У відвалах ТЕС України накопичено 358,8 млн т золошлаків на площі 3170 га. Середньорічний вихід шлаків досяг 14 млн т та у зв'язку з погіршенням якості палива має тенденцію до зростання. Відвали займають значні площі, негативно впливають на навколишнє середовище. Разом з тим хімічний та мінералогічний склад зольних та шлакових відходів такий, що їх правильніше вважати збагаченою сировиною для галузі будівельних матеріалів. Утилізація зол та шлаків приводить до зменшення забруднення навколишнього середовища, вона доцільна технічно та економічно [18].

Якщо врахувати, що в Україні приблизно 30-35% всієї електроенергії виробляється при спалюванні твердого палива, то збільшення кількості золошлакових відходів триватиме і, отже, зросте їх негативний вплив на екологію. Таким чином, утилізація золошлакових відходів стає вже не стільки питанням економії матеріальних ресурсів, скільки проблемою безпеки населення багатьох країн.

Теплова електростанція, яка працює на вугіллі, має такі викиди:

- CO - монооксид вуглецю (чадний газ), продукт неповного згоряння вуглецю;
- CO_2 - діоксид вуглецю, продукт повного згоряння вуглецю;
- золошлакові відходи.

Породи, що складають звалища вугледобувних та вуглепереробних підприємств, слід розглядати як комплексну техногенну мінеральну

сировину багатоцільового використання: будівельну, теплоізоляційну, керамічну, вогнетривку, технологічну, фарбо-пігментну, енергетичну, агрохімічну. Це суттєвий резерв розширення мінерально-сировинної бази корисних копалин України[21].

В наш час в цілому по країні утилізується не більше 5-10% золошлакового матеріалу в різних галузях будівництва та промисловості. Залишок зберігається в золошлаковідвалах без використання. При цьому накопичення золошлаків не припиняється, а з урахуванням зростаючих потреб в електроенергії і недостатніх темпів розвитку інших джерел її виробництва, збільшення кількості складованих золошлакових відходів буде зростати[18].

Висновки до Розділу 1.3 усього вищесказаного можна зробити висновок: на сьогоднішній день виробництво будівельних матеріалів є одним з найважливіших напрямків нашої української промисловості. Це пояснюється тим, що кожного року темп будівництва підвищується, а кількість будматеріалів високої якості є дефіцитною. Недоліки, низька якість та дороговизна будівельних матеріалів є причиною пошуку більш досконалих методів їх виробництва та запровадження інноваційних заходів.

В даному проекті використовується пластичне формування, завдяки якому можна також отримувати багатоцільову кераміку. Використання даного способу значно зменшує витрати енергії на формування виробів порівняно з напівсухим пресуванням.

Пластичне формування здійснюється з вологістю 18%, із застосуванням вакуумування, яке сприяє ущільненню глини, внаслідок зменшення об'єму повітря в масі, підвищенню пластичності та в'язкості маси, підвищенню міцності відформованого сирцю. Підвищення пластичності дає змогу працювати з меншими витратами електроенергії при формуванні.

Для зволоження маси використовується парозволоження, яке набагато ефективніше від зволоження гарячою водою, оскільки пара краще проникає в масу. Пара має меншу в'язкість ніж вода і швидше проникає в глину. Керамічна маса, прогріта паром, більш липка, в результаті чого на 25-30%

зменшується опір формуванню та енергоємність формувального процесу. Продуктивність виробничих процесів зростає на 10-15%.

Важливим напрямом зниження витрат виробництва є застосування промислових відходів. Утилізація відходів також сприяє вирішенню екологічної проблеми. Серед промислових відходів важливе місце займає зола-виносу ТЕС. Ці відходи використовуються в якості паливно-мінеральної добавки. Зола, що дозволяє скоротити сушку напівфабрикатів при виготовленні керамічної цегли за рахунок зниження формувальної вологості пластичної керамічної маси, яка дозволяє покращити сушильні властивості сирцю та зменшити енергоємність виробництва. Готові вироби мають високі показники якості та морозостійкості.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва

Розширення об'єктів виробництва ефективних будівельних матеріалів є актуальним завданням розвитку будівельної індустрії. Воно відіграє визначальну роль в оновленні виробництв всіх галузей господарського комплексу, вирішенні завдань прискореного впровадження досягнень науково-технічного прогресу.

Підприємство з виробництва керамічної цегли пластичним способом формування з використанням відходів золи-виносу продуктивністю 26 млн. шт. у рік буде побудовано на околиці села Вовчанське, Васильківський район, Дніпровської області, за 3 км на північний схід від залізничної станції „Ульянівка”.

Проект будівництва заводу розроблений на основі завдання на проектування та результатів гірничо-розвідувальних та лабораторних досліджень глинистої сировини.

Основною сировиною для виробництва керамічної цегли є глина Вовчанського родовища. Кар'єр знаходиться недалеко від підприємства і сировина доставляється до місця виробництва за допомогою автотранспорту. В якості добавки до основної сировини використовуються відходи золи-виносу Зміївської ТЕС.

Згідно даних гірничо-розвідувальних досліджень, запаси глинистої сировини Вовчанського родовища складають 612 тис. м³. Поповнення запасів можливе за умови додаткового відведення ріллі.

Вибране місце є вдалим для будівництва заводу з виробництва керамічної цегли. Вовчанське родовище має великі запаси сировини з хорошими хімічними і гранулометричними складами, які забезпечать досить високу марку і якість продукції.

Будівництво нового заводу буде сприяти підвищенню темпів зростання промислового виробництва в Дніпровській області, наближаючи виробництво будівельних матеріалів до джерел сировини і до районів споживання.

Вода на завод надходить з річки Оріль для технологічних потреб, для побутових - з джерела місцевого водопостачання. Електропостачання від системи „Дніпроенерго" через підстанцію 10/0,4 кВ.

Завод знаходиться поблизу населеного пункту, що забезпечить його робочою силою. Кваліфіковані працівники та інженерно-технічний склад буде набиратися серед місцевих жителів і випускників місцевих навчальних закладів. Будуть також запрошуватися фахівці з інших регіонів нашої країни.

Через село Вовчанське проходять дві магістралі. Одна з яких-автомобільна, котра підтримує зв'язок з м. Дніпро, а інша – залізнична, що забезпечує постачання відходів золи-виносу від Зміївської ТЕС.

Васильківський район газифікований, тобто постачання підприємства буде здійснюватися природним газом із магістрального газопроводу.

Використання відходів золи-виносу дозволить скоротити витрати природного газу на випал виробів та знизить собівартість продукції.

Проект виконаний на базі сучасного заводу будівельних матеріалів, в якому досягається майже повна заміна ручної праці, а також підвищується рівень охорони праці.

Ці заходи дозволять збільшити рентабельність, забезпечать підвищення продуктивності праці.

2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції

На сьогоднішній день діє стандарт ДСТУ Б В.2.7-61:2008 «Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови» [11]. Діючий стандарт розповсюджується на керамічну цеглу та камінь.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 вироби класифікуються за такими ознаками:

- призначенням;
- розмірами;
- наявністю порожнин;
- міцністю;
- морозостійкістю;
- середньою густиною;
- теплотехнічними властивостями;
- радіоактивністю.

За призначенням вироби підрозділяють на 2 види: рядові (Р) і лицьові (Л).

Цегла має розміри 250×120×65 мм (нормального формату), 250×90(85)×65 мм ("євро" 1 (2)), 288×138×65 мм (модульних розмірів одинарна), 250×120×88 мм (потовщена) та 288×138×88 мм (модульних розмірів потовщена). За нормативами цегла може мати відхилення від розмірів за довжиною ± 5 мм, за шириною ± 4 мм, за товщиною ± 3 мм.

Керамічну цеглу виготовляють двох типів: повнотілою (без порожнин або з технологічними порожнинами об'ємом до 13 % для запобігання структурному свілеутворенню) або порожнистою.

Залежно від границі міцності при стиску цеглу та камінь виготовляють: марок 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300; крупноформатні камені марок 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300; цеглу та камені з горизонтально розташованими пустотами марок 35, 50, 75, 100.

За морозостійкістю вироби виготовляють марок F15; F25; F35; F50; F75; F100.

За показником середньої густини вироби ділять на п'ять класів: 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 2,0.

За теплотехнічними властивостями вироби в залежності від класу середньої густини ділять на п'ять груп, наведених у таблиці 2.2.1.

Табл.2.2.1

Група виробів за теплотехнічними властивостями	Теплопровідність виробів, Вт/(м·К)	Клас середньої густини	Середня густина виробів, кг/м ³
Високої ефективності	<0,24	0,8	<800
Збільшеної ефективності	0,24 – 0,36	1,0	801 – 1000
Ефективні	0,36 – 0,46	1,2	1001 – 1400
Умовно ефективні	0,46 – 0,58	1,4	1401 – 1600
Малоефективні	>0,58	2,0	> 1600

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 повнотіла керамічна цегла нормального формату, яка виготовляється способом пластичного формування із застосуванням золи-виносу, повинна відповідати наступним технічним вимогам:

1.1 Вироби повинні відповідати вимогам цього стандарту та вироблятися за технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку на підприємстві, з визначеними вимогами до процесу виробництва на кожний вид виробів.

1.2 Форма, розміри і зовнішній вигляд

1.2.1 Вироби повинні мати форму прямокутного паралелепіпеда. Поверхня граней виробів має бути плоскою, ребра – прямолінійними. Допускається випускати вироби з закругленими вертикальними ребрами з радіусом закруглення не більше 15 мм.

1.2.2 Граничні відхилення від номінальних розмірів і допустимі дефекти зовнішнього вигляду виробів не повинні перевищувати на одинарному виробі величин, наведених на рис 2.2.2

Найменування показника	Допустиме значення відхилів	
	Лицьові вироби	Рядові вироби
Відхили від розмірів, мм, не більше:		
— для цегли та каменю:		
за довжиною	± 4	± 5
за шириною	± 3	± 4
за товщиною	± 2	± 3
— для крупноформатного каменю:		
за довжиною		± 10
за шириною		± 5
за товщиною		± 4
Відхили від прямолінійності ребер і площинності граней виробу, мм, не більше:		
— за постіллю	3	3
— за ложком	2	4
— за поперечником	2	—
Відхили від перпендикулярності суміжних граней, мм, не більше:		
— для цегли і каменю	2	3
— для крупноформатного каменю		3
Відбитості кутів завглибшки більше 15 мм, шт.	Не допускаються	2
Відбитості кутів завглибшки від 3 мм до 15 мм, шт.	1	4
Відбитості ребер завглибшки більше 3 мм і завдовжки більше 15 мм, шт.	Не допускаються	2
Відбитості ребер завглибшки не більше 3 мм і завдовжки від 3 мм до 15 мм, шт.	1	4
Окремі посічки сумарною довжиною, мм:		
— для цегли	40	Не нормується
— для каменю	80	Те саме
Тріщини завширшки більше 0,5 мм, протяжністю до 30 мм за постіллю повнотілої цегли і порожнистих виробів не більше ніж до першого ряду пустот (завглибшки на всю товщину цегли чи на 1/2 товщини поперечної чи ложкової грані каменів), шт., не більше	Не допускаються	2
Висоли	Те саме	—

Рис. 2.2.2 Допустимі значення відхилень

1.3 Марку каменю за міцністю установлюють за значенням границі міцності на стиск, а цегли – за значеннями границь міцності на стиск і згин, наведеними на рис. 2.2.3

Марка виробів	Границя міцності, МПа									
	При стиску, МПа				При згині, МПа					
	всіх виробів, крім крупноформатних каменів		крупноформатних каменів		повнотілої цегли пластичного формування		цегли напівсухого пресування та порожнистої цегли		потовщеної цегли	
	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка	середня для 5 зразків	найменша для окремого зразка
M300	30,0	25,0	30,0	25,0	4,4	2,2	3,4	1,7	2,9	1,5
M250	25,0	20,0	25,0	20,0	3,9	2,0	2,9	1,5	2,5	1,3
M200	20,0	17,5	20,0	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3	2,3	1,1
M175	17,5	15,0	17,5	15,0	3,1	1,5	2,3	1,1	2,1	1,0
M150	15,0	12,5	15,0	12,5	2,8	1,4	2,1	1,0	1,9	0,9
M125	12,5	10,0	12,5	10,0	2,5	1,2	1,9	0,9	1,6	0,8
M100	10,0	7,5	10,0	7,5	2,2	1,1	1,6	0,8	1,4	0,7
M75	7,5	5,0	7,5	5,0	1,8	0,9	1,4	0,7	1,2	0,6
M50	—	—	5,0	3,5	—	—	—	—	—	—
Для цегли та каменів із горизонтальним розташуванням порожнин										
M100	10,0	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—
M75	7,5	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—
M50	5,0	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—
M35	3,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—

Рис. 2.2.3 Значення границь міцності керамічної цегли

1.4 Водопоглинання рядових виробів, що висушені до постійної маси, повинно бути для повнотілої цегли не менше 8 % за масою, порожнистих виробів – не менше 6 % за масою.

1.5 Вироби повинні бути морозостійкими і в насиченому водою стані витримувати без ознак видимих пошкоджень (розшарування, лущення, розтріскування, викришування) не менше 15, 25, 35, 50, 75 та 100 циклів поперемінного заморожування і відтавання для марок за морозостійкістю відповідно F15, F25, F35, F50, F75, F100.

1.6 Маса цегли у висушеному стані має бути не більше 4,3 кг.

2.1 Пакування

2.1.1 У кожній упаковці повинні бути вироби однієї марки та призначення.

2.1.2 Допускається при комплектній поставці в одній упаковці розміщати вироби різних розмірів та форм відповідно до специфікації замовлення.

2.1.3 Вироби треба складати на піддони або у контейнери за схемою, наведеною в технологічному регламенті та затвердженою виробником. Схема складання повинна забезпечувати стійкість пакування.

3.1 Маркування

3.1.1 Не менше 20 % виробів у кожній партії на одній із граней (крім ложка) повинні мати відбиток-тавро або штамп підприємства-виробника.

3.1.2 Кожне вантажне місце (транспортний пакет) повинне мати транспортне маркування згідно з ГОСТ 14192.

3.1.3 При пакуванні і маркуванні виробів необхідно дотримуватися вимог ДБН Г.1-4 [11].

2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв

Глиниста сировина, добавки та інші матеріали, що застосовуються для виготовлення керамічних будівельних виробів, повинні відповідати вимогам чинних в Україні нормативних документів, а також технологічної документації і забезпечувати одержання виробів із заданими технічними характеристиками.

Сировинною базою проектного заводу є суглинки Вовчанського родовища, які являють собою кислу сировину з високим вмістом оксиду кремнію SiO_2 та Al_2O_3 . Сировина характеризується високою чутливістю до сушки (коефіцієнт чутливості до сушки дорівнює 0,8) і значною повітряною усадкою (повітряна лінійна усадка 6,6%). Для покращення цих властивостей передбачено введення в масу золи-виносу Зміївської ТЕС. Співвідношення між суглинком та золою-виносом становить 80:20 відповідно.

Характеристика суглинки

Геологічний розріз:

1. Грунтово-рослинний шар – 0,7 м.
2. Суглинок лісовидний – 4,7 м.
3. Суглинок запісочений – 4,5 м.

Хімічний склад сировини представлений в табл. 2.3.1, технологічні властивості і дисперсність сировини – в табл. 2.3.2.

Табл.2.3.1 – Хімічний склад суглинки

Оксиди	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	в.п.п	Σ
Вміст, %	73,0	9,5	3,2	6,4	1,9	6,0	100,0

Табл.2.3.2 – Гранулометричний склад суглинки

Розмір часток, мм	0,25 і більше	0,25-0,05	0,05 - 0,01	0,01-0,005	0,005 і менше
Склад, %	7,4 – 24,8	8,0 – 25,4	19,2 – 51,2	2,4 – 17,6	0,8 – 32,0

Гранулометричний склад сировини тісно пов'язаний з мінералогічним складом. Часточки крупніше 0,1 мм представляють залишки первинних матеріалів (кварц, польові шпати, слюда). Наступна фракція (0,05 – 0,01)

представляється у вигляді залишків первинних і вторинних мінералів. Вона і визначає глинисту речовину, так як визначає основні властивості глинистої сировини. Підвищений вміст часточок менше 0,005 мм сприяє підвищеному опору розмоканню у воді, збільшує пластичність і чутливість до сушки, збільшує повітряну усадку. При таких глинах зазвичай вводять опіснюючі матеріали[6].

Мінералогічний склад характеризується наявністю в глинистій сировині глинистих мінералів каолініту, монтморилоніту, гідрослюди та рідше інших мінералів. Найрозповсюдженіший мінерал – кремнезем.

Формувальна вологість 19%, а температура випалу становить 1000°C. Основні технологічні характеристики суглинків представлено в табл. 2.3.3.

Табл.2.3.3 – Основні характеристики суглінка

Число	пластичності, %	Формувальна вологість, %	Температура випалу, °C	Повітряна усадка, %	Коефіцієнт чутливості до сушки	Водопоглинання	Межа міцності, (кг/см ²)	
							На стиск	На згин
21,0 – 22,0		19,0	1000,0	6,6	0,8	11,9	82,0 – 107,0	22,0 – 25,0

Характеристика золи-виносу ТЕС

Табл.2.3.4 – Хімічний склад золи-виносу ТЕС

Оксиди	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	В.п.п	Σ
Вміст, %	47,0	24,0	13,0	2,9	2,9	5,5	2,8	1,9	100,0

Зола-виносу ТЕС використовується в якості паливно-мінеральної добавки та спіснювача. Добавка в шихту золи-виносу ТЕС значно покращує сушильні властивості керамічних мас.

На заводах по виробництву стінової кераміки добавка золи- виносу ТЕС до 20% покращує якість виробів, підвищує морозостійкість на 30-50% і дозволяє зменшити витрати технологічного палива. А також призводить до зниження витрат на виробництво[18].

Головна особливість золи - наявність в її складі великої кількості хімічно активних мікроелементів. Встановлено, що мікроелементи в золі впливають на баланс внутрішніх сил в процесі формування структури матеріалу на всіх етапах виробничого процесу.

Ефективність золошлакових добавок залежить від їх дисперсності і зернового складу. Введення дрібнозернистих фракцій золи збільшує вихід сирцю з тріщинами. В цьому випадку для зниження браку при сушці додатково вводять спіснювач 0,2 - 0,3 мм. Необхідне співвідношення дрібнозернистої золи до грубозернистогоспіснювача зменшується зі збільшенням коефіцієнта чутливості глин при сушінні від 3:1 до 1:1. Дрібнозерниста зола, погіршуючи сушильні властивості сирцю, разом з тим підвищує міцність готових виробів, спікаючись з глинистою породою при випаленні. Як спіснююча добавка золошлакова суміш найбільш ефективна при максимальному розмірі зерен 1,5 мм і зміст фракції менше 0,3 мм не більше 30%[21].

Витрата технологічного палива при введенні зол і шлаків знижується на 20-70%, цикл сушіння цегли-сирцю скорочується більш ніж на 20%.

У золошлаку Зміївської ТЕС виділені такі фракції, мм: III – 10-20; II – 5-10; I – 1-5. Оскільки гранулометричний склад зол змінюється у широких межах, а максимальний розмір зольних частинок обмежений 0,2 мм, то всі зольні частинки перейшли у найдрібнішу фракцію (I), дві інші фракції вміщують шлакові частинки.

Мінералогічний склад. Основними компонентами золи-виносу є кварц SiO_2 , муліт $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, кальцієвий алюмінат $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, також Fe_2O_3 , фаза змінного складу $\text{Na}_{2x}\text{Ca}_{(3-x)}\text{Al}_2\text{O}_6$ та вуглець С.

Паливні золи та шлаки є компонентами технологічно зміненим радіаційним фоном. Всі фракції золошлаків мають у своєму складі α , β , та γ -випромінювачі. Вони відносяться до I класу радіаційної небезпеки, бо їх показник питомої активності не перевищує норму ($370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$)[30]. Тобто ці матеріали можуть використовуватись в будівництві без обмежень. Для зниження γ -випромінювання будівельних матеріалів, виготовлених із

додаванням паливних золошлаків, необхідний обов'язково попередній радіаційний контроль використовуваних відходів та суворе їх дозування [21].

2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва

Основними недоліками виробництва керамічної цегли є велика кількість глинистої сировини та велика кількість енерговитрат. Для удосконалення технології доцільно здійснити заміну частини глинистої сировини на техногенні відходи промисловості, зокрема золошлакові відходи ТЕС. В даній роботі запропоновано використання золи-виносу ТЕС. Було розглянуто залежність фізико-механічних характеристик готових виробів від процентного вмісту золи-виносу. На основі аналізу літературних та експериментальних даних було визначено оптимальні технологічні параметри процесу. Для наочності всі дані зведені в табл. 2. і рис. 2.8.1, 2.8.2 і 2.8.3. На рисунках представлені графіки залежності температури випалу і вмісту золи-виносу[19].

Табл.2 – Фізико-механічні характеристики керамічної цегли при різному вмісту золи та різній температурі випалу

Вміст золи, %	Теплопровідність, Вт/м °С				Водопоглинання, %				Межа міцності на стиск, кг/см ²			
	Температура, °С				Температура, °С				Температура, °С			
	700	800	900	1000	700	800	900	1000	700	800	900	1000
0	0,84	0,85	0,85	0,85	11	10	9	8	60	80	90	110
5	0,83	0,84	0,82	0,85	17	17	15	10	70	96	100	115
10	0,83	0,81	0,82	0,81	18	18	16	12	72	104	110	120
20	0,77	0,79	0,74	0,76	20	19	17	13	75	106	115	125
25	0,55	0,6	0,57	0,61	27	25	20	18	65	85	95	110

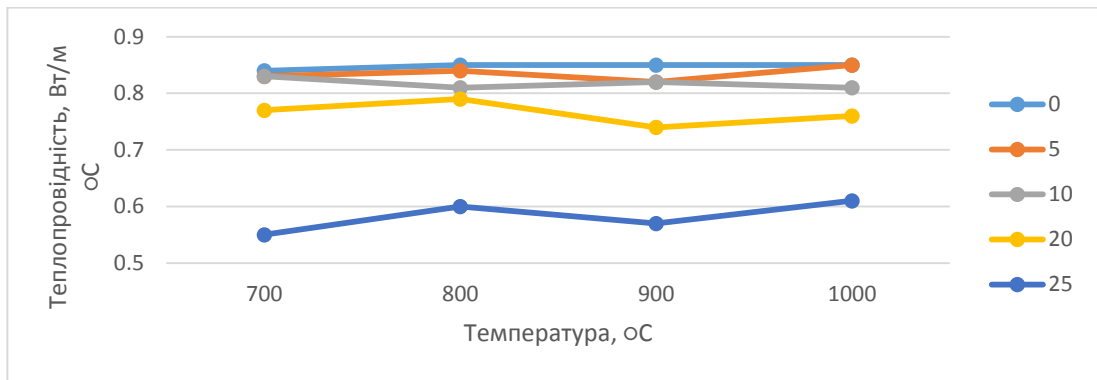


Рис. 2.8.1 – Графік залежності теплопровідності цегли від $t_{\text{випалу}}$

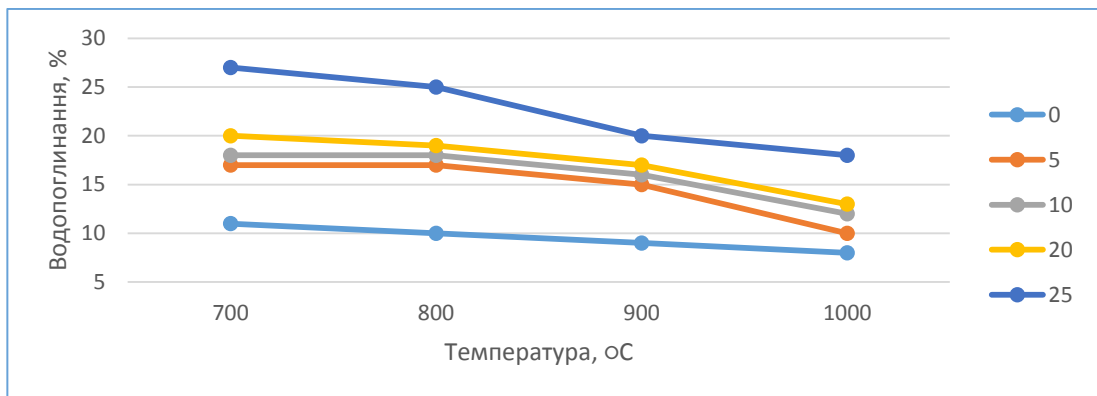


Рис. 2.8.2 – Графік залежності водопоглинання цегли від $t_{\text{випалу}}$

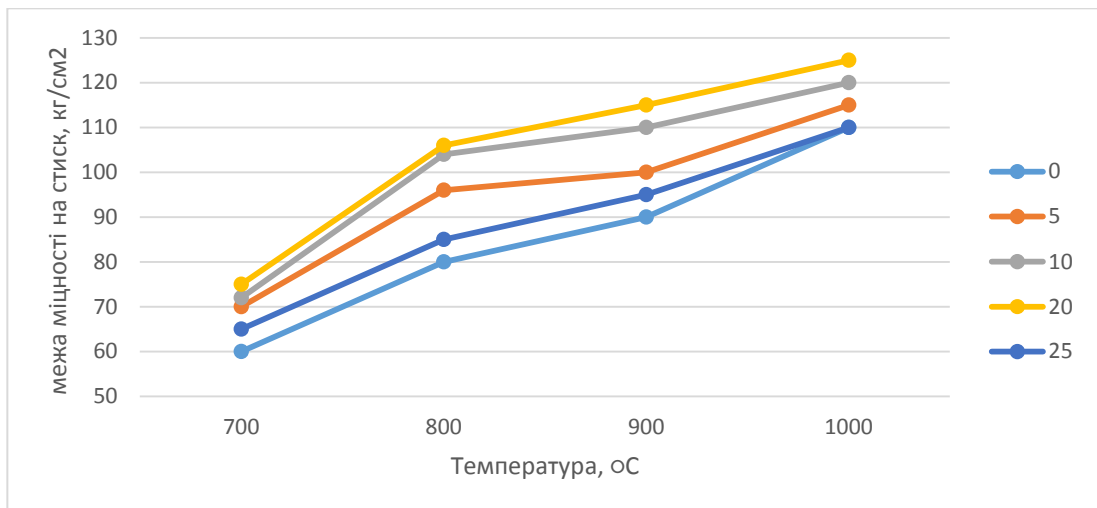


Рис. 2.8.3 – Графік залежності межі міцності на стиск цегли від $t_{\text{випалу}}$

Оптимальним процентним співвідношенням додавання золи-виносу є 20% при температурі випалу 1000°C . За таких умов теплопровідність готових виробів становить $0,76 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$, водопоглинання – 13%, а межа міцності на стиск – 125 кг/см^2 .

Вданій роботі був обраний спосіб отримання керамічної цегли методом пластичного формування. Технологічна схема виготовлення виробів пластичним способом підготовки маси, незважаючи на складність і тривалість, найпоширеніша в промисловості стінової кераміки забезпечує високу якість виробів.

Пластичне формування здійснюється із застосуванням вакуумування, яке сприяє ущільненню глини, внаслідок зменшення об'єму повітря в масі, підвищенню пластичності та в'язкості маси, підвищенню міцності відформованого сирцю[6].

Виробництво кераміки повинно бути забезпечено безперервною подачею однорідного глинистого матеріалу, позбавленого кам'янистих включень. Для цього сировинні матеріали піддаються більш ретельній підготовці, яка полягає в грубому подрібненні та тонкому помолі.

Зазвичай тонким помелом завершується механічне подрібнення матеріалів, що забезпечує більш інтенсивне їх спікання, сприяє зниженню температури випалу. Подрібнення глинистих матеріалів проводять послідовно на вальцях грубого і тонкого подрібнення.

Для зволоження маси використовується парозволоження, яке набагато ефективніше від зволоження гарячою водою, оскільки пара краще проникає в масу. При парозволоженні покращується здатність маси до формування, що обумовлює зменшення браку при формуванні і підвищення продуктивності стрічкових пресів на 10-12%, зниження витрати електроенергії на 15-20%. В результаті парозволоження поліпшуються сушильні властивості маси, що дозволяє скоротити тривалість сушіння сирцю на 40-50%[10].

У процесі формування виробів вибираємо вакуум-прес, який забезпечує найбільшу продуктивність, ніж безвакуумні.

Сушарки безперервної дії (тунельні) є найбільш сучасним сушильним агрегатом в цегляній промисловості. У тунельній сушарці цегла-сирець, що знаходиться на вагонетках, протягом циклу сушіння переміщується через весь тунель від одного його кінця до іншого. Термін сушіння цегли-сирцю, виготовленого з парозволоження маси, скорочується приблизно на 30%[7].

Тунельні печі мають значні переваги перед печами періодичної дії і кільцевими печами. Садка цегли-сирцю на вагонетки тунельних печей і вивантаження випаленої цегли з цих вагонеток проводиться поза печі, в нормальних температурних умовах, що дає можливість механізувати трудомісткі процеси садки і вивантаження цегли. До переваг тунельних печей відноситься те, що у них температурний перепад в різних ділянках випалу незначний. Теплоносій із зони охолодження печі використовується для процесу сушки керамічних виробів.

Опис технологічної схеми

Технологічна схема основних етапів виробництва цегли загальна і включає в себе такі стадії: видобуток сировини; підготовка керамічної маси; формування сирцю; сушка сирцю; випал керамічних виробів; пакування та складання.

На рис. 2.4.1 наведена технологічна схема виробництва керамічної цегли НФ з використанням суглинка та золи-виносу.

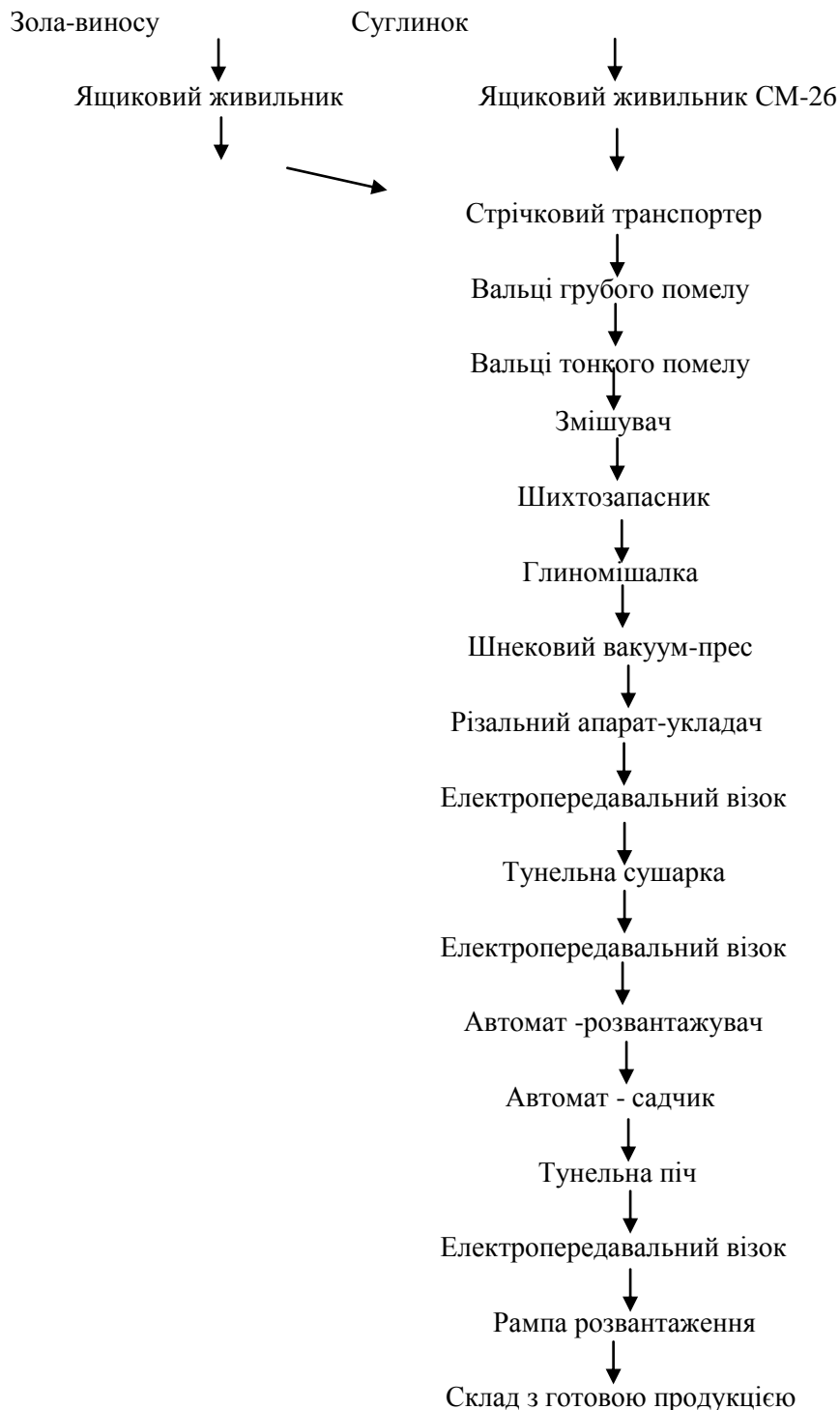


Рис 2.4.1 Технологічна схема виробництва керамічної цегли НФ

Підготовка керамічної маси

Автотранспортом глиниста сировина перевозиться на завод. Потім глина подається у виробництво - на ящиковий живильник.

Ящиковими живильниками здійснюється дозування компонентів шихти і рівномірна подача їх на подальшу переробку. Вони не тільки дозують, але і частково розпушують сировинні матеріали. Дозування

регулюється висотою підйому шиберів, а також регулюванням швидкості руху стрічки транспортера живильника.

З ящикового живильника глина надходить на загальний стрічковий транспортер, куди також потрапляють дозовані суглинки та зола. Транспортер здійснює подачу компонентів шихти в глинопереробне відділення.

Для видалення з шихти металевих предметів, які випадково потрапили, над стрічковим транспортером встановлений електромагнітний сепаратор.

У глинопереробному відділенні шихта з стрічкового транспортера надходить на вальці з ребристим валком. Потрапляючи між валками, глиняна маса дробиться ребрами валками і розтирається за рахунок різної швидкості обертання валків[6].

Після вальців грубого помелу глиняна маса через завантажувальну воронку потрапляє на вальці тонкого помелу. Передбачено застосування каскаду з двох вальців тонкого помелу, що забезпечить якісну переробку маси і підвищить міцність та якість цегли. В вальцях тонкого помелу відбувається найбільше руйнування природної текстури глинистої сировини. Валки обертаються з різною швидкістю, і матеріал між ними перетирається. При цьому відбувається змішування і усереднення компонентів. Розмір шматків глинистої сировини після перших вальців - до 4мм, а після других - до 2мм.

Глиняна маса з вальців тонкого помелу через стрічковий транспортер подається в змішувач. Змішувач є одним з агрегатів, що підготовлює масу для виробництва цегли. Маса подається через завантажувальний люк в корпус змішувача, де вона перемішується валами, що обертаються в протилежні сторони, і прогріваються до потрібного стану. Маса перемішується лопатями, встановленими на валах. Від кута повороту лопатей залежить якість перемішування маси. Кут повороту лопатей забезпечується в межах $11 - 25^{\circ}$ від площини, перпендикулярної осі вала. Короб служить для збору конденсату, змішаного з масою, і відведення його через нижній люк назовні. Зазор між лопатками і внутрішньою поверхнею корита - 10 мм[7].

По стрічковому транспортеру шихта надходить в шихтозапасник баштового типу, де маса додатково усереднюється і гомогенізується. З метою інтенсифікації процесу гомогенізації і пластифікації маси і скорочення виробничих площ замість шихтозапасника ямного типу застосовують механізований шихтозапасник баштового типу. Шихтозапасник - циліндричний ступінчастий бункер з нерухомим перфорованим дном, через яке глина продавлюється крильчаткою, обладнаною ножем. Під перфорованим дном розташоване гладке дно з розвантажувальним вікном, через яке глиняна маса видавлюється з конвеєра до пресу. Шихтозапасник обладнаний приводом розвантажувального пристрою, приводом ножів і приводом крильчатки шестерні.

Із шихтозапасника по стрічковому транспортеру маса надходить в глиномішалку з протиральною решіткою, яка складається з двох валів з плоскими і гвинтовими лопатями і протиральною головкою з фільтруючими решітками, приводу і електроустаткування. Маса, яка надходить в корпус змішувача, проминається і перемішується плоскими лопатями, потім захоплюється гвинтовими лопатями і продавлюється через отвір решіток в прийомну лійку стрічкового конвеєра. У міру засмічення отворів в решітках, їх зміщують убік за допомогою гідроциліндра і на це місце встановлюють інші. Одна половина решіток знаходиться в робочому положенні, а друга - на очищенні від забруднень або в резерві. Однорідність маси, що пройшла через глинозмішувач, значно підвищується [9].

Формування сирцю

Далі маса потрапляє в шнековий вакуумний прес, де відбувається формування цегли-сирцю. У пресі здійснюється: перемішування, вакуумування, пресування і формування глиняної маси. До складу преса входить: глиномішалка, вакуум-насос і прес.

Глиняна маса потрапляє в глиномішалку і перемішується насадженими на вали плоскими і гвинтовими лопатями, які одночасно просувають її до розвантажувального отвору. Вали глиномішалки відрізняються між собою напрямком гвинтової лінії установки лопаток і шнеків. У двохвальній

глиномішалці відбувається інтенсивне перемішування і усереднення глиняної маси, зволоження її паром до формувальної вологості ($W_{\phi}=19\%$). При цьому глиняна маса прогрівається до температури $35 - 40^{\circ}\text{C}$, що покращує її формувальні та сушильні властивості. Для подачі пари глиномішалка обладнана по осі корпусу колектором, а також пристроєм для збору і відведення конденсату.

Оброблена в мішалці глина протискається в вакуум-камеру, яка з'єднана з корпусом глиномішалки. Процес вакуумування полягає у видаленні повітря з керамічної маси. Герметизація вакуум-камери з одного боку створюється масою, що знаходиться в перехідній голівці і масою в мундштуці преса. Підсмоктування повітря з боку вала преса усувається спеціальними прокладками і сальниками. Вакуум-камера підключена до вакуум-насоса. З метою забезпечення якісного вакуумування, глина, що перероблюється, перед надходженням в вакуум-камеру подрібнюється фрезами. При вакуумуванні частки глини зближуються між собою, збільшується поверхня їх зіткнення, що забезпечує підвищення міцності, щільності, пластичності, здатності керамічної маси до формування.

Регулювання подачі пари здійснюється за допомогою ручного вентиля. При цьому глиняна маса підігрівається. Тиск пари, що подається $10 - 15 \text{ Па}$. Для подачі і розподілу пари в нижній частині корпусу є пристрій з накидних листів. Під дном є короб, через який проходять трубопроводи, що підводять пар безпосередньо під накладні листи розподільного пристрою. З вакуум-камери глиняна маса надходить в власне прес для формування. Шнекова камера є базовим елементом шнека. До фланців корпусу шнекової камери кріпиться циліндр з головкою, вакуум-камера і редуктор. Живильні валки в верхній частині шнекової камери забезпечують рівномірну подачу глини до шнеків преса, додаткове перетирання, перешкоджають свилеутворенню і поверненню глини з-під шнеків в зоні передньої стінки камери. Основним робочим органом преса є шнековий вал, який забезпечує переміщення, ущільнення формувальної маси і подачу її через перехідну головку в мундштук, з якого вона виходить у вигляді безперервної стрічки-бруса.

Циліндр з головкою утворює робочий простір, де відбувається транспортування і ущільнення глини. Циліндр виконаний з двох половин. Стінки напівциліндрів футеровані змінними сорочками, які обладнані поздовжніми ребрами, що перешкоджають повороту маси. Радіальний зазор між ребрами сорочок і кромкою шнеків повинен знаходитися в межах до 3 мм. Тиск глиняного бруса 1,8 - 2,2 МПа. Всередині мундштука монтуються на спеціальній скобі керни, що утворюють наскрізні отвори в цеглі. На виході глиняного бруса з преса встановлений маркувальник, що представляє собою валки з нанесеними на ньому знаками (номерами преса і зміни). Барабан обертається від рухомого бруса.

Відформований брус надходить на різальний автомат-укладач.

Автомат-укладач призначений для відбору керамічного бруса від преса, різання його на окремі цеглини і укладання їх на сушильні рамки. Керамічний брус викидається з преса, розрізається автоматом на окремі вироби, які з'їжджають по похилому столику, де відбувається укладка виробів на сушильні рамки. Коли укомплектуються 12 рамок, вони перевантажуються на полиці сушильної вагонетки.

Сушка сирцю

Транспортування завантажених сушильних вагонеток з рейкового шляху від автомата-укладача до рейкових шляхів сушильних тунелів здійснюється електропередавальним візком. Сушильна вагонетка, навантажена цеглою, подається до електропередавального візку, який своїм штовхачем накочує вагонетку на візок і переміщує далі до сушильних тунелів. Зупинившись біля потрібного тунелю візок своїм механізмом відкривання піднімає двері тунелю, і штовхач зіштовхує вагонетку на рейки тунелю, просуваючи при цьому всі вагонетки. Потім склад переміщається в початкове положення, а механізм відкривання закриває двері сушарки і візок переміщається для завантаження наступної вагонетки. У кожному блоці тунелів, що обслуговуються одним вентилятором відбору теплоносія, слід відкривати одночасно не більше одного тунелю.

Сушка сирцю відбувається в протиточних тунельних сушарках. Теплоносієм для сушки цегли є гаряче повітря з зони охолодження печі. Теплоносій рухається назустріч напівфабрикату, що висушується. Кількість теплоносія в тунелях регулюється клапанами. Теплоносій подається через нижній отвір, розташований в кінці тунелю з боку вивантаження цегли, а відбирається - зверху в протилежному кінці тунелю з боку завантаження вагонеток. При сушінні в тунельних сушарках створюються більш сприятливі умови для сушіння в перший період – відформований сирець попадає в середовище з підвищеною вологістю й невеликою температурою теплоносія. У міру висихання сирцю й просування вагонеток до вивантажувального кінця він зустрічає теплоносій з більш високою температурою й менш насичений вологою, забезпечуючи якісний процес сушіння. Однак це досягається лише за умови правильного підбору температури, вологості, швидкості й кількості теплоносія. Температура теплоносія в підтопці – 110 – 130⁰С. Температура теплоносія, що подається в тунелі 100 – 110⁰С. Температура відпрацьованого теплоносія 26 – 32⁰С у залежності від температури сирцю, що завантажується. Відносна вологість відпрацьованого теплоносія 80 - 95%. Розрідження у підтопці - 10 - 30 Па. Швидкість теплоносія 1 - 2 м/с по перетині тунелю. Час сушіння цегли - 44 години. Тунельні сушарки - протиточні і безперервної дії. Загальна кількість тунелів - 22 шт. Кількість тунелів в роботі - 20 шт. У кожному тунелі розташований вузькоколіїний рейковий шлях для просування вагонеток з сирцем. Ємність однієї вагонетки: 216 шт. цегли. На всіх сушилах з боку завантаження і вивантаження встановлені двері. Для підтримки тунелів і приймачів в справному стані необхідне їх періодичне очищення від бою цегли, щебеню та сміття. Відбір відпрацьованого теплоносія від печей і нагнітання його в сушила до тунелів здійснюється вентилятором.

Вагонетки, що знаходяться на останній позиції сушки, при черговому проштовхуванні всього складу, виштовхуються на колії біля сушарок.

Електропередавальний візок транспортує вагонетки до автомата-розвантажувача, де відбувається розвантаження сушильних вагонеток.

Порожні вагонетки за допомогою електропередавального візка транспортуються до автомата-укладача, де відбувається укладання цегли на пічні вагонетки.

Гідравлічний штовхач зсуває цеглину з сушарної вагонетки на стіл-накопичувач. Зі столу-накопичувача цеглина захоплюється і пересувається транспортним кантувачем. При цьому між виробами утворюються зазори, достатні для захвату цеглини палицями гідравлічного захвату. Опускається гідравлічний захват і цеглина захоплюється прогумованими палицями захвату, далі піднімається і пересувається за допомогою садчика на пічну вагонетку. Наступний шар цегли ставлять під кутом 90° . Цим забезпечують стійкість садки та утворення пустот для проходження теплоносія. Наступний шар з сушильної вагонетки зсувається гідравлічним захватом після підйому вагонетки на певну висоту.

Випал керамічних виробів

Транспортування навантажених пічних вагонеток здійснюється електропередавальним візком. Завантаження вагонів в піч проводиться гвинтовим штовхачем.

Випал цегли здійснюється в тунельній печі безперервної дії. Тунельна піч представляє собою суцільний прямолінійний канал, в середині якого по рейковому шляху переміщаються вагонетки з цеглою.

Температурний режим печі:

1. зона підігріву – $100 - 750^\circ\text{C}$;
2. зона випалу – $750 - 1000^\circ\text{C}$;
3. зона охолодження – $1000 - 50^\circ\text{C}$.

У процесі випалу при різних температурах у керамічному матеріалі відбувається ряд складних фізико-хімічних процесів, що визначає швидкість випалу і його якість. В інтервалі температур $40 - 150^\circ\text{C}$ відбувається досушування цегли. При цьому утвориться значна кількість водяної пари, що при швидкому підйомі температури виділяється настільки бурхливо, що може розірвати виріб. Підйом температури в зоні підготовки до 200°C

відбувається з інтенсивністю $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ після видалення залишкової вологи – з інтенсивністю $130 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ Починаючи з $450 - 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ відбувається дегідратація глинистої речовини й після цього - вигорання органічних домішок. Хімічні реакції, які відбуваються при температурі $200 - 750\text{ }^{\circ}\text{C}$ (розкладання карбонатів, модифікаційні перетворення кварцу, дегідратація глини), у своїй більшості не обумовлюють остаточну структуру керамічних виробів і тому випал є практично безпечним і його можна робити зі швидкістю $100 - 200\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ При досягненні $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, швидкість нагрівання знижується до $50 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ При цих температурах глина перебуває в аморфному стані. При більш високих температурах $900 - 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ виявляють ознаки кристалізації, утвориться розплавлена рідка фаза[17].

Максимальну температуру випалу підтримують для вирівнювання температури по всій товщині цегли, перетину печі, більш повного дозрівання черепка й протікання реакції. Після витримки при максимальній температурі випалу не менш відповідальним періодом є охолодження виробів. У початковий період охолодження передбачена зона закалювання (різке охолодження виробів до $900\text{ }^{\circ}\text{C}$), що підвищує міцність цегли. При занадто різкому охолодженні можуть з'явитися тріщини. Далі охолодження уповільнюється. Охолодження після $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ можна значно прискорити – $200 - 250\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ У температурному інтервалі $600 - 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ охолодження сповільнюється до $40 - 50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ до завершення фазових перетворень кварцу зі зменшенням об'єму. Після $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ швидкість охолодження може становити $200 - 250\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$

Випалювальний канал тунельної печі умовно розділений по довжині на три основні технологічні зони: підігріву, випалу і охолодження. В зоні підігріву відбуваються досушування і підігрів виробів продуктами горіння, які відходять із зони випалу, потім вагонетки з виробами проходять через зону випалу, піддаючись впливу високих температур, після чого надходять в зону охолодження. Повітря для охолодження виробів і вагонеток надходить в піч у місця виходу вагонеток вентилятором. Після нагрівання за рахунок теплотипродукції, яка охолоджується, гаряче повітря надходить в зону

випалу для горіння палива. Продукти горіння палива із зони випалу надходять в зону підігріву, де віддають свою теплоту на випаровування залишкової вологи в цеглі-сирці і нагрівання його до температури випалу. Із зони підігріву, відпрацьовані димові гази відбираються димососом 1 і викидаються в атмосферу або надсилаються в сушарку.

2.5 Матеріальний баланс виробництва

Матеріальний баланс виробництва здійснено на основі вихідних даних, представлене в таблицях 2.5.1, 2.5.2 та 2.5.3.

Табл. 2.5.1 - Основні параметри виробництва

Параметр	Позначення	Величина
Продуктивність, шт./рік	P	26000000
Маса цегли, кг	m	2,44
Відносна вологість цегли після сушки, %	W_C	3,5
Формувальна вологість, %	W_Φ	19

Табл. 2.5.2 - Норми браку і втрат

Види браку і втрат	Позначення	Значення, %
Брак випалу	B_B	3
-зокрема зворотні втрати	B_{B3}	85
Брак сушіння	B_C	3
-зокрема зворотні втрати	B_{C3}	96
Брак формування	B_Φ	4
-зокрема зворотні втрати	$B_{\Phi3}$	100
Втрати в масо-заготівельному відділенні	$B_{МЗВ}$	0,1
Втрати на складі:	B_I	0,1

Табл. 2.5.3 - Хімічний склад компонентів шихти

Компоненти	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	в.п.п.	K ₂ O	Na ₂ O	Σ
Суглинок	73,0	9,5	3,2	6,4	1,9	6,0	-	-	100,0
Зола-виносу	47,0	24,0	13,0	2,9	2,9	1,9	5,5	2,8	100,0

Розрахунок хімічного складу шихти:

$$\text{SiO}_2 = 0,8 \cdot 73 + 0,2 \cdot 47 = 67,8$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8 \cdot 9,5 + 0,2 \cdot 24 = 12,4$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,8 \cdot 3,2 + 0,2 \cdot 13 = 5,16$$

$$\text{CaO} = 0,8 \cdot 6,4 + 0,2 \cdot 2,9 = 5,7$$

$$\text{MgO} = 0,8 \cdot 1,9 + 0,2 \cdot 2,9 = 2,1$$

$$\text{в.п.п.} = 0,8 \cdot 6 + 0,2 \cdot 1,9 = 5,1$$

$$\text{K}_2\text{O} = 0,2 \cdot 5,5 = 1,1$$

$$\text{Na}_2\text{O} = 0,2 \cdot 2,8 = 0,56$$

Таблиця 2.5.4 - Хімічний склад шихти

Компоненти	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	в.п.п.	K ₂ O	Na ₂ O	Σ
Шихта, %	67,8	12,4	5,16	5,7	2,1	5,1	1,1	0,56	100,0

Розрахуємо матеріальний баланс виробництва:

1. Річний випуск цегли за масою:

$$M_p = m \cdot P ;$$

$$m = V \cdot \rho ; V = a \cdot b \cdot c$$

$$a = 250\text{мм}; b = 120\text{мм}; c = 65\text{мм}; \rho = 1250\text{кг/м}^3$$

$$V = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 0,00195\text{м}^3$$

$$m = 1,95 \cdot 10^{-3} \cdot 1250 = 2,44\text{кг}$$

$$M_p = 2,44 \cdot 26000000 = 63440000 \text{ кг/рік} = 63440 \text{ т/рік}$$

2. З врахуванням браку під час випалу ($B_b=3\%$) у піч треба подати цегли: $P_1 = P \cdot 100 / (100 - B_b)$

$$P_1 = 26000000 \cdot 100 / (100 - 3) = 26804123,71 \text{ шт./рік} = 26,80 \text{ млн. шт./рік}$$

За масою: $M_1 = M_p \cdot 100 / (100 - B_b)$

$$M_1 = 63440000 \cdot 100 / (100 - 3) = 65402061,86 \text{ кг/рік} = 65402,06 \text{ т/рік}$$

Маса браку випалу на рік становить: $M_{\text{бв}} = M_1 - M_p$

$$M_{\text{бв}} = 65402061,86 - 63440000 = 1962061,86 \text{ кг/рік} = 1962,06 \text{ т/рік}$$

Зворотні втрати, що повертаються у виробництво ($B_{\text{вз}}$):

$$M_{\text{бвз}} = M_{\text{бв}} \cdot B_{\text{вз}} / 100$$

$$M_{\text{бвз}} = 1962061,86 \cdot 85 / 100 = 1667752,58 \text{ кг/рік} = 1667,75 \text{ т/рік}$$

3. З врахуванням в.п.п. маса абсолютно сухої цегли, що подається в піч: $M_2 = M_1 \cdot 100 / (100 - \text{в.п.п.})$

$$M_2 = 65402061,86 \cdot 100 / (100 - 5,1) = 68916819,7 \text{ кг/рік} = 68916,82 \text{ т/рік}$$

4. З врахуванням вологості сирцю після сушіння ($W_c=3.5$), маса висушеної цегли, що подається в піч: $M_3 = M_2 \cdot 100 / (100 - W_c)$

$$M_3 = 68916819,7 \cdot 100 / (100 - 3,5) = 71416393,5 \text{ кг/рік} = 71416,39 \text{ т/рік}$$

5. З врахуванням браку сушіння ($B_c=3\%$) в сушарку треба подати цегли:

$$P_4 = P_1 \cdot 100 / (100 - B_c)$$

$$P_4 = 26804123,71 \cdot 100 / (100 - 3) = 27633117,23 \text{ шт./рік} = 27,63 \text{ млн.шт./рік}$$

За масою: $M_4 = M_3 \cdot 100 / (100 - B_c)$

$$M_4 = 71416393,5 \cdot 100 / (100 - 3) = 73625147,9 \text{ кг/рік} = 73625,15 \text{ т/рік}$$

Брак сушіння: $M_{6c} = M_4 - M_3$

$$M_{6c} = 73625147,9 - 71416393,5 = 2208754,4 \text{ кг/рік} = 2208,75 \text{ т/рік}$$

Зворотні втрати ($B_{cz} = 96\%$): $M_{6cz} = M_{6c} \cdot B_{cz} / 100$

$$M_{6cz} = 2208754,4 \cdot 96 / 100 = 2120404,22 \text{ кг/рік} = 2120,4 \text{ т/рік}$$

6. З врахуванням зміни вологості під час сушінням маса цегли, що подається в сушарку: $M_5 = M_4 \cdot (100 - W_c) / (100 - W_\phi)$

$$M_5 = 73625147,9 \cdot (100 - 3,5) / (100 - 19) = 87713910,8 \text{ кг/рік} = 87713,91 \text{ т/рік}$$

7. Зврахуванням браку формування ($B_\phi=4\%$), треба відформувати цегли: $P_6 = P_4 \cdot 100 / (100 - B_\phi)$

$$P_6 = 27633117,23 \cdot 100 / (100 - 4) = 28784497,11 \text{ шт./рік} = 28,78 \text{ млн шт./рік}$$

За масою: $M_6 = M_5 \cdot 100 / (100 - B_\phi)$

$$M_6 = 87713910,8 \cdot 100 / (100 - 4) = 91368657,1 \text{ кг/рік} = 91368,66 \text{ т/рік}$$

Маса браку формування: $M_{6\phi} = M_6 - M_5$;

$$M_{6\phi} = 91368657,1 - 87713910,8 = 3654746,3 \text{ кг/рік} = 3654,75 \text{ т/рік}$$

У тому числі зворотні втрати ($B_{\phi3}=100\%$):

$$M_{6\phi3} = M_{6\phi} \cdot B_{\phi3} / 100$$

$$M_{6\phi3} = 3654746,3 \cdot 100 / 100 = 3654746,3 \text{ кг /рік} = 3654,75 \text{ т/рік}$$

8. Природна вологість маси визначається за формулою:

$$W_M = \sum (W_i \cdot (C_s / 100))$$

$$W_M = 75 \cdot 19 / 100 + 25 \cdot 13,8 / 100 = 17,7\%$$

З врахуванням зволоження маси до формувальної вологості ($W_\phi=19\%$) в двовальний змішувач необхідно подати:

$$M_7 = (M_6 - M_{6\text{фз}}) \cdot (100 - W_{\text{ф}}) / (100 - W_{\text{м}})$$

$$M_7 = (91368657,1 - 3654746,3) \cdot (100 - 19) / (100 - 17,7) = 86328393,4 \text{ кг/рік} = 86328,39 \text{ т/рік}$$

Маса води для зволоження маси в змішувачі:

$$M_{\text{води}} = M_6 - M_{\text{вфз}} - M_7$$

$$M_{\text{води}} = 91368657,1 - 3654746,3 - 86328393,4 = 1385517,4 \text{ кг/рік} = 1385,52 \text{ т/рік}$$

Питомі витрати води для зволоження на 1000шт. цегли НФ:

$$M_{\text{в.пит.}} = M_{\text{води}} \cdot 1000 / P$$

$$M_{\text{в.пит.}} = 1385517,4 \cdot 1000 / 26000000 = 53,29 \text{ кг} = 0,053 \text{ т на } 1000 \text{ шт.}$$

9. Кількість маси, яку необхідно подати в двовальний змішувач в розрахунку на абсолютно суху масу:

$$M_8 = M_7 \cdot (100 - W_{\text{м}}) / 100$$

$$M_8 = 86328393,4 \cdot (100 - 17,7) / 100 = 71048267,8 \text{ кг/рік} = 71048,27 \text{ т/рік}$$

10. З врахуванням зворотних втрат сушіння в двовальний змішувач подається: $M_9 = (M_8 + M_{6\text{сз}} \cdot (100 - W_{\text{с}}) / 100)$

$$M_9 = (71048267,8 + 2120404,22 \cdot (100 - 3,5) / 100) = 73094457,9 \text{ кг/рік} = 73094,46 \text{ т/рік}$$

Маса кожного компоненту в абсолютно сухому виді:

$$M_i = M_9 \cdot C_i / 100$$

$$M_{9\text{суглинк}} = 73094457,9 \cdot 80 / 100 = 58475566,3 \text{ кг/рік} = 58475,56 \text{ т/рік}$$

$$M_{9\text{золи}} = 73094457,9 \cdot 20 / 100 = 14618891,6 \text{ кг/рік} = 14618,89 \text{ т/рік}$$

11. Маса кожного компоненту, що подається в змішувач, з урахуванням природної вологості:

$$M_{10i} = M_{9i} \cdot 100 / (100 - W_i)$$

$$M_{10\text{сугл.}} = 58475566,3 \cdot 100 / (100 - 19) = 72192057,2 \text{ кг/рік} = 72192,06 \text{ т/рік}$$

$$M_{10\text{золи}} = 14618891,6 \cdot 100 / (100 - 13,8) = 16959271 \text{ кг/рік} = 16959,27 \text{ т/рік}$$

12. З врахуванням втрат в масозаготівельному відділі ($B_{\text{мзв}} = 0,1$), маса кожного компоненту, що подається на переробку:

$$M_{11i} = M_{10i} \cdot 100 / (100 - B_{\text{мзв}})$$

$$M_{11\text{сугл.}} = 72192057,2 \cdot 100 / (100 - 0,1) = 72264321,5 \text{ кг/рік} = 72264,32 \text{ т/рік}$$

$$M_{11\text{золи}} = 16959271 \cdot 100 / (100 - 0.1) = 16976247,2 \text{ кг/рік} = 16976,25 \text{ т/рік}$$

13. Враховуючи втрати на складі ($B_I = 0.1$) річні витрати

компонентів:

$$M_{12i} = M_{11i} \cdot 100 / (100 - B_I)$$

$$M_{12\text{сугл.}} = 72264321,5 \cdot 100 / (100 - 0.1) = 72336658,2 \text{ кг/рік} = 72336,66 \text{ т/рік}$$

$$M_{12\text{золи}} = 16976247,2 \cdot 100 / (100 - 0,1) = 16993240,4 \text{ кг/рік} = 16993,24 \text{ т/рік}$$

14. Питомі витрати сировини на 1000 шт. цегли НФ:

$$q_{i\text{пит.}} = M_{12i} \cdot 1000 / P$$

$$Q_{\text{сугл.пит.}} = 72336658,2 \cdot 1000 / 26000000 = 2782,18 \text{ кг} = 2,78 \text{ т на } 1000 \text{ шт.}$$

$$Q_{\text{золи.пит.}} = 16993240,4 \cdot 1000 / 26000000 = 653,59 \text{ кг} = 0,65 \text{ т на } 1000 \text{ шт.}$$

Табл. 2.5.5 Матеріальний баланс виробництва

№ п/п	Технологічна стадія	Режим роботи цеху			Оди- ниці виміру	Подати матеріалів				
		Днів у році	Змін у добу	Годин у зміні		На рік	В місяць	На добу	За зміну	За годину
1	Подати на склад сировини -суглинка -золи	270	2	8	т	72336,66 16993,24	6028,05 1416,1	200,93 47,2	100,47 23,6	12,56 1,95
2	Подати в змішувач -суглинка -золи	350	2	8	т	72192,06 16959,27	6016 1413,27	200,53 47,1	100,27 23,55	12,53 1,94
3	Подати в шнековий вакуумпрес	350	2	8	т	89151,33	7429,27	247,63	123,82	15,47
4	Відформ. цегли	350	2	8	млн. шт.	28,78	2,40	0,082	0,040	0,0052
5	Подати виробів на сушіння	350	3	8	млн. шт.	27,63	2,30	0,077	0,026	0,0033
6	Подати виробів на випал	350	3	8	млн. шт.	26,80	2,233	0,077	0,026	0,0032
7	Подати цегли на склад	350	3	8	млн. шт.	26,00	2,167	0,074	0,025	0,0031

2.6 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату

Розрахунок горіння палива

Тип агрегату: тунельна піч.

Тип виробу: керамічна цегла.

Розміри виробу: 250 x 120 x 65 мм.

Маса готового виробу $m_{г.в.} = 2,44$ кг.

Річна продуктивність агрегату: $G_p = 26$ млн. шт/рік

Табл. 2.6.1 – Склад сухого газу, % об.

Компонент	CH_4^C	$C_2H_6^C$	$C_3H_8^C$	$C_4H_{10}^C$	$C_5H_{12}^C$	CO_2^C	N_2^C	Σ
Вміст, % об.	95,1	1,1	0,3	0,03	0,02	0,4	3,05	100

Коефіцієнт витрати повітря α прийmemo 1,2. Повітря, яке надходить на горіння, попередньо нагрівається від теплоти виробів, які надходять в зону охолодження з зони випалу. Температура підігрітого повітря є середньою між температурами виробів, які потрапляють в зону охолодження з зони випалу ($1050^\circ C$) та температурою, з якою вироби залишають ТТА ($50^\circ C$). вона складатиме $550^\circ C$.

Природний газ зазвичай містить певну кількість вологи. Приймаємо вміст вологи в газі 1,0 %. Перераховуємо склад сухого газу на вологий газ:

$$CH_4^B = CH_4^C * \frac{100 - H_2O}{100} = 95,1 * 0,99 = 94,14\%$$

Табл. 2.6.2 – Склад вологого газу, % об.

CH_4^B	$C_2H_6^B$	$C_3H_8^B$	$C_4H_{10}^B$	$C_5H_{12}^B$	CO_2^B	N_2^B	H_2O^B	Σ
94,14	1,09	0,3	0,03	0,02	0,4	3,02	1	100

Теплота згоряння:

$$Q_H = 358,2 \cdot [CH_4] + 637,5 \cdot [C_2H_6] + 912,5 \cdot [C_3H_8] + 1186,5 \cdot [C_4H_{10}] + 1460,8 \cdot [C_5H_{12}], \text{ кДж/м}^3$$

$$Q_H = 358,2 \cdot 94,14 + 637,5 \cdot 1,09 + 912,5 \cdot 0,3 + 1186,5 \cdot 0,03 + 1460,8 \cdot 0,02$$

$$Q_H = 34754,4 \text{ кДж/м}^3.$$

Теоретично необхідна кількість сухого повітря:

$$L = 0,0476 \cdot \{2 \cdot [CH_4] + 3,5 \cdot [C_2H_6] + 5 \cdot [C_3H_8] + 6,5 \cdot [C_4H_{10}] + 8 \cdot [C_5H_{12}]\}, \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

$$L = 0,0476 \cdot (2 \cdot 94,14 + 3,5 \cdot 1,09 + 5 \cdot 0,3 + 6,5 \cdot 0,03 + 8 \cdot 0,02) \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$L = 9,23 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Вологовміст атмосферного повітря d приймемо за 10 г/кг сухого повітря. Теоретично необхідна кількість атмосферного повітря з урахуванням його вологості:

$$L_d = (1 + 0.0016 \cdot d) \cdot L, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$L_d = 1,016 \cdot 9,23 = 9,38 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Дійсна кількість повітря при коефіцієнті витрати $\alpha = 1,2$:

$$L_\alpha = \alpha \cdot L, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$L_{\alpha,d} = (1 + 0,0016 \cdot d) \cdot L_\alpha, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$\text{Так, для сухого повітря: } L_\alpha = 1,2 \cdot 9,23 = 11,08 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

$$\text{для атмосферного повітря: } L_{\alpha,d} = 1,2 \cdot 9,38 = 11,26 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Кількість і склад продуктів горіння, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V(\text{CO}_2) = 0,01 \cdot \{[\text{CO}_2] + [\text{CH}_4] + 2 \cdot [\text{C}_2\text{H}_6] + 3 \cdot [\text{C}_3\text{H}_8] + 4 \cdot [\text{C}_4\text{H}_{10}] + 5 \cdot [\text{C}_5\text{H}_{12}]\},$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,01 \cdot (0,4 + 94,14 + 2 \cdot 1,09 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,03 + 5 \cdot 0,02) = 0,962 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 0,01 \cdot \{2 \cdot [\text{CH}_4] + 3 \cdot [\text{C}_2\text{H}_6] + 4 \cdot [\text{C}_3\text{H}_8] + 5 \cdot [\text{C}_4\text{H}_{10}] + 6 \cdot [\text{C}_5\text{H}_{12}] + [\text{H}_2\text{O}] + 0,16 \cdot d \cdot L_\alpha\},$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 0,01 \cdot$$

$$(2 \cdot 94,14 + 3 \cdot 1,09 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,03 + 6 \cdot 0,02 + 1 + 0,16 \cdot 10 \cdot 11,08) = 2,12 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$V(\text{O}_2) = 0,21 \cdot (\alpha - 1) \cdot L,$$

$$V(\text{O}_2) = 0,21 \cdot (1,2 - 1) \cdot 9,23 = 0,38 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$V(\text{N}_2) = 0,79 \cdot L_\alpha + 0,01 \cdot [\text{N}_2],$$

$$V(\text{N}_2) = 0,79 \cdot 11,08 + 0,01 \cdot 3,02 = 8,74 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Загальна кількість продуктів горіння:

$$V_\alpha = 0,962 + 2,12 + 0,38 + 8,74 = 12,27 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Відсотковий склад продуктів горіння:

$$\text{CO}_2 = \frac{0,962 \cdot 100}{12,27} = 7,97\%;$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{2,12 \cdot 100}{12,27} = 17,27\%;$$

$$\text{N}_2 = \frac{8,74 \cdot 100}{12,27} = 71,63\%;$$

$$\text{O}_2 = \frac{0,38 \cdot 100}{12,27} = 3,2\%.$$

Складемо матеріальний баланс процесу горіння на 100 м³ газу.

Табл. 2.6.3 – Матеріальний баланс процесу горіння

Надходження	кг	Витрати	кг
Природний газ		Продуктигоріння	
CH ₄ = 94.14·0,717	67,5	CO ₂ = 0,962*100*1,977	193,75
C ₂ H ₆ = 1.09·1,356	1,48	N ₂ = 8,74*100*1,251	1093,8
C ₃ H ₈ = 0.3·2,020	0,6	H ₂ O = 2,12*100*0,804	170,45
C ₄ H ₁₀ = 0,03·2,840	0,08	O ₂ = 0,38*100*1,429	55,7
C ₅ H ₁₂ = 0,02·3,218	0,06		
CO ₂ = 0,4·1,977	0,79	Розбіжність	- 0,58
N ₂ = 3,02·1,251	3,78		
H ₂ O = 1,0·0,804	0,8		
Повітря			
O ₂ = 197,9·1,2·1,429	328,24		
N ₂ = 197,9·1,2·3,76·1,251	1083,36		
H ₂ O = 0,16·10·11,3·0,804	24,12		
Разом	1510,02		1510,02

Розбіжність балансу: $\frac{100 \cdot 0,58}{1510,02} = 0,038\%$.

Теоретична температура горіння:

Спочатку знаходимо ентальпію нагріву атм. повітря.

$$i_{\text{пв}} = 734 \cdot 79/100 + 775 \cdot 21/100 = 743 \text{ кДж/м}^3,$$

де 734 та 775 – ентальпії N₂ та O₂ в кДж/м³ для 550°C,

79 та 21 – вміст N₂ та O₂.

Приймаємо $i_{\text{пв}} = 743 \text{ кДж/м}^3$.

Відбувається згоряння:

$$Q_{\text{н}} + C_{\text{н}} \cdot t + C \cdot t_{\text{пв}} = V_{\alpha} \cdot i_{\text{пг}},$$

$$i_{\text{пг}} = \frac{Q_{\text{н}} + C_{\text{пв}} \cdot t_{\text{пв}} + 11,08}{12,27} = 3503,4, \text{ кДж/м}^3 [7]$$

Розрахунок технологічних та конструктивних параметрів

Вихідні дані:

Річна продуктивність печі по придатній продукції – 26 млн. шт.в рік.

Маса абсолютно сухого сирцю – 2.86кг

Маса сирцю з вологістю 3,5% – 2.96кг

Маса готової цегли – 2,44кг

Цегла розмірами 250×120×65 мм

Втрати при прожарюванні суміші В.П.П.=6%

$W_{\text{п}} = 3.5\%$ - початкова вологість

$W_{\text{к}} = 0\%$ - кінцева вологість

Кількість золи - 20%

Плановий відсоток браку при випалі $B_{\text{в}}=3\%$

Ширина пічного каналу $B=3,0\text{м}$

Висота пічного каналу $H=1,3 \text{ м}$

Щільність садки $g = 360 \text{ шт/м}^3$

Максимальна температура випалу - 1000°C

Час випалу - 48 год.

Розрахунковий річний час роботи печі -8400 год./рік

Розмір вагонетки 3 х 3 м.

1. Визначаємо ємність печі:

$$G_{\text{печі}} = G_{\text{р}} \cdot (100 \cdot Z_1) / Z_2 \cdot (100 - m), [\text{шт.}]$$

де, $G_{\text{р}}$ - річна продуктивність печі, шт./рік

Z_1 - тривалість випалу, год

Z_2 - час роботи печі в рік, год/рік

m - відсоток браку, %

$$G_{\text{печі}} = 26000000 \cdot (100 \cdot 48) / 8400 \cdot (100 - 3) = 153166,42 \text{ шт.}$$

2. Визначаємо об'єм печі:

$$V_{\text{печі}} = G_{\text{печі}} / g = 153166,42 / 360 = 425,46 \text{ м}^3$$

де, g - щільність садки, шт./м³

3. Визначаємо перетин робочого каналу:

$$S = B \cdot H = 1,3 \cdot 3,0 = 3,9 \text{ м}^2$$

де, H - висота = 1,3 м

B - ширина = 3,0 м

4. Визначаємо довжину робочого каналу:

$$L_p = V_{\text{печі}}/S = 425,46 / 3,9 = 109,1 \text{ м}$$

Кількість вагонеток $N = L_p/L_B = 109,1 / 3 = 36,3 \text{ шт.}$

Приймаємо число вагонеток у печі 37 шт.

Довжина робочої частини печі:

$$L_p = N \cdot L_B = 37 \cdot 3 = 111 \text{ м}$$

5. Відповідно до кривої випалу визначаємо довжину кожної зони печі:

$$L_{\text{під.}} = L_p \cdot Z_{\text{під.}}/Z = 111 \cdot 20,5/48 = 47,5 \text{ м}$$

$$L_{\text{обп.}} = L_p \cdot Z_{\text{обп.}}/Z = 111 \cdot 8/48 = 18,5 \text{ м}$$

$$L_{\text{охол.}} = L_p \cdot Z_{\text{охол.}}/Z = 111 \cdot 19,5/48 = 45,0 \text{ м}$$

$Z_{\text{під.}}$ - час знаходження в зоні підігріву;

$Z_{\text{обп.}}$ - час знаходження в зоні випалу;

$Z_{\text{охол.}}$ - час знаходження в зоні охолодження;

Z - тривалість випалу;

Технологічні параметри:

1) визначаємо масу випалених виробів:

$$G_{\text{об.вир}} = G_p/Z = (26000000 \cdot 2,44)/8400 = 7552,38 \text{ кг/год}$$

де, G_p - продуктивність печі, кг/рік

Z - розрахунковий річний час роботи печі, год/рік

2) визначаємо масу сухих і вологих виробів:

$$G_{\text{сух.вир}} = G_{\text{об.вир}} \cdot 100/(100 - B_{\text{п.п.}}) = 7552,38 \cdot 100/(100 - 14,55) = 8838,36 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{вол.вир}} = G_{\text{сух.вир}} \cdot 100/(100 - W_{\text{п}}) = 8838,36 \cdot 100/(100 - 3,5) = 9158,92 \text{ кг/год}$$

3) маса вологи, що виділяється за 1 годину роботи:

$$G_w = G_{\text{вол.вир}} - G_{\text{сух.вир}} = 9158,92 - 8838,36 = 320,56 \text{ кг/год}$$

4) маса газоподібних продуктів, що виділяються за 1 годину роботи:

$$G_{\text{гп}} = G_{\text{сух.вир}} - G_{\text{об.вир}} = 8838,36 - 7552,38 = 1285,98 \text{ кг/год.}$$

Розрахунок теплоізоляційних властивостей матеріалів вагонеток

Табл.2.6.4 - Характеристика теплоізоляційних властивостей матеріалів вагонеток.

№ шару	Матеріал шару	Товщина шару, м	Об'єм шару, м ³	Щільність, кг/м ³	Маса, кг
1	шамот	0,065	1,04	1000	1040
2	шамот	0,4	6,4	400	2560

Об'єм пічного каналу, що припадає на одну вагонетку:

$$V_1 = V_{\text{печи}}/N = 425,46 / 37 = 11,50 \text{ м}^3$$

Масу металлоконструкції умовно приймаємо рівну:

$$m_{\text{м.к.}} = 2200 \text{ кг ,}$$

тоді загальна маса вагонетки буде рівна:

$$m_{\text{в}} = m_{\text{к}} + m_{\text{ш}} + m_{\text{м.к.}} = 1040 + 2560 + 2200 = 5800 \text{ кг}$$

Маса вагонетки, що виходить із печі за 1 годину:

$$G_{\text{в}} = N \cdot m_{\text{в}} / \tau = 37 \cdot 5800 / 48 = 4470,83 \text{ кг/год,}$$

де N – кількість вагонеток в печі, шт.;

$m_{\text{в}}$ – загальна маса вагонетки, кг;

τ – час випалу, год .

Швидкість руху вагонетки:

$$v_{\text{ваг}} = N / \tau = 37 / 48 = 0,771 \text{ ваг./год}$$

Розрахунок теплотехнічних параметрів

Вихідні дані:

1. Теплота згорання палива $Q_{\text{н}} = 34297,70 \text{ кДж/м}^3$
2. Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1,2$
3. Об'єм повітря, необхідний для горіння 1 м^3 палива $V_{\text{п}} = 11,150 \text{ м}^3$
4. Об'єм димових газів, які виділяються при згоранні 1 м^3 палива $V_{\text{д.г.}} = 12,153 \text{ м}^3$
5. Густина димових газів $\rho_{\text{д.г.}} = 1,239 \text{ кг/м}^3$
6. Маса випалених виробів за 1 годину роботи $G_{\text{вип.вир.}} = 7552,38 \text{ кг/год}$
7. Маса сухих виробів за 1 годину роботи $G_{\text{сух.вир.}} = 8838,36 \text{ кг/год}$
8. Маса вологих виробів за 1 годину роботи $G_{\text{вол.вир.}} = 9158,92 \text{ кг/год}$

9. Маса газоподібних продуктів, що виділяються за 1 год.роб.
 $G_{г.п}=1285,98\text{кг/год}$
10. Маса вологи, що виділяється за 1 годину роботи $G_w=320,98\text{ кг/год}$
11. Маса складових частин вагонетки:
 - шамот 1040 кг із щільністю 1000 кг/м^3
 - шамот 2560 кг із щільністю 400 кг/м^3
 - металоконструкції 2200 кг
12. Температура навколишнього середовища $t_{н.с.} = 20^\circ\text{C}$
13. Температура випалу $t_{вип.} = 980^\circ\text{C}$
14. Температура виробів, які поступають на випал $t_{вир.}^п = 40^\circ\text{C}$
15. Температура виробів на виході з печі $t_{вир.}^к = 50^\circ\text{C}$
16. Температура вагонетки на вході у піч $t_{ваг.} = 40^\circ\text{C}$
17. Температура димових газів, що відходять $t_{д.г.} = 100^\circ\text{C}$
18. Швидкість руху вагонетки в печі $v_{ваг.} = 0,771\text{ ваг/год}$
19. Площа перетину каналу печі $S = 3,90\text{ м}^2$
20. Розрідження в зоні відбору димових газів з печі $P = -200\text{ Па}$
21. Довжина різних зон печі:
 - підігріву - 47,5 м
 - випалу - 18,5 м
 - охолодження - 45 м

Тепловий баланс зон підігріву та випалу

Статті приходу тепла:

При розрахунках приймаємо, що теплота, яка вноситься паливом (ентальпія), мала у порівнянні з іншими статтями приходу і нехтуємо нею.

1. Теплота, що вноситься внаслідок згорання палива:

$$Q_1^{пп} = Q_{н}^p \cdot X,$$

де: x – годинна витрата палива, $\text{м}^3/\text{год}$,

$$Q_1^{пп} = 34297,7 \cdot X, \text{ кДж/год},$$

2. Теплота, що вноситься повітрям:

$$Q_2^{пп} = (1-m) \cdot V_{п} \cdot C_{п}^{н.с.} \cdot t_{п}^{н.с.} \cdot X + m V_{п} \cdot C_{п}^{з.охол.} \cdot t_{п}^{з.охол.} \cdot X,$$

де: m – доля підігрітого повітря;

$V_{\text{п}}$ – об'єм повітря, необхідний на згорання 1 м^3 палива;

$C_{\text{п}}^{\text{н.с.}}$ – теплоємність повітря при температурі навколишнього середовища $t_{\text{п}}^{\text{н.с.}}$:

Теплоємність повітря при заданій температурі можна визначити за формулою:

$$C_{\text{п}}^t = C_{\text{п}}^{\text{сух}} / (1 + 0,0016d) + (0,0016d \cdot C_{\text{вод. пар}}) / (1 + 0,0016d),$$

де: $C_{\text{п}}^{\text{сух}}$ и $C_{\text{вод. пар}}$ об'ємні теплоємності відповідно сухого повітря та водяного пару при заданій температурі;

d – вологовміст атмосферного повітря, г\кг.

Таким чином, теплоємність при температурі навколишнього середовища $t_{\text{п}}^{\text{н.с.}}$:

$$C_{\text{п}}^{\text{н.с.}} = 1,357 / (1 + 0,0016 \cdot 11) + (0,0016 \cdot 11 \cdot 1,615) / (1 + 0,0016 \cdot 11) = 1,3 \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К}).$$

Аналогічно можна визначити теплоємність повітря, що поступає із зони охолодження при температурі $t_{\text{п}}^{\text{з.охол.}}$:

$$C_{\text{п}}^{\text{з.охол.}} = 1,357 / (1 + 0,0016 \cdot 11) + (0,0016 \cdot 11 \cdot 1,615) / (1 + 0,0019 \cdot 11) = 1,361 \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К})$$

Тоді загальна теплота, що вноситься повітрям, буде дорівнювати:

$$Q_2^{\text{пр}} = (1 - 0,25) \cdot 11,15 \cdot 1,3 \cdot 20X + 0,25 \cdot 11,15 \cdot 1,316 \cdot 350X = 1501,35 \cdot X \text{ кДж}/\text{год.}$$

3. Теплота, що вноситься виробами:

$$Q_3^{\text{пр}} = G_{\text{вол. вир.}} \cdot C_{\text{вол. вир.}} \cdot t_{\text{вир.}}^{\text{п}},$$

де: $C_{\text{вол. вир.}}$ – теплоємність вологого виробу;

$C_{\text{вол}}$ – теплоємність вологи, яка знаходиться у виробі,

$$\begin{aligned} C_{\text{вол}} &= (G_{\text{сух. вир.}} \cdot C_{\text{сух. вир.}} / G_{\text{вол. вир.}}) + (G_{\text{w}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} / G_{\text{вол. вир.}}) = \\ &= (8838,36 \cdot 0,847 / 9158,92) + (320,98 \cdot 4,2 / 9158,92) = 0,945 \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К}) \end{aligned}$$

$$Q_3^{\text{пр}} = 9158,92 \cdot 0,945 \cdot 40 = 346207,18 \text{ кДж}/\text{год.}$$

4. Теплота, що вноситься транспортом:

$$Q_4^{\text{пр}} = (\sum C_{\text{фут.}}^i \cdot m_{\text{фут.}}^i \cdot t_{\text{фут.}}^i + C_{\text{мк}} \cdot m_{\text{мк}} \cdot t_{\text{ваг}}) \cdot v_{\text{ваг}},$$

де: $C_{\text{фут.}}^i$, $m_{\text{фут.}}^i$, $C_{\text{мк}}$, $m_{\text{мк}}$ – відповідно теплоємності і маси шарів футеровки і металоконструкції вагонетки;

$v_{\text{ваг}}$ – швидкість руху вагонетки в печі.

$$Q_4^{\text{пр}} = (0,850 \cdot 1040 \cdot 50 + 0,850 \cdot 2560 \cdot 50 + 0,46 \cdot 2200 \cdot 50) \cdot 0,771 = 156975,60 \text{ кДж}/\text{год.}$$

5. Тепло від згорання золи:

$$Q_5^{\text{пр}} = Q_{\text{заг}} \cdot m_3,$$

де: $Q_{\text{заг}}$ – питома теплота згорання вуглецю, 6000 кДж/кг;

m_3 – частка вуглецю у золі – 10%;

$$Q_5^{\text{пр}} = 6000 \cdot 0,1 \cdot 650 = 39000,0 \text{ кДж/год.}$$

Статті витрати тепла:

1. Теплота, що вноситься виробами в зону охолодження із зони випалу:

$$Q_1^{\text{вир}} = G_{\text{об.вир}} \cdot C_{\text{об.вир}} \cdot t_{\text{обп}},$$

де: $C_{\text{об.вир}}$ – теплоємність випалених виробів при $t_{\text{обп}}$,

$$Q_1^{\text{вир}} = 7552,38 \cdot 1,096 \cdot 980 = 8109787,94 \text{ кДж/год.}$$

2. Теплота, що витрачається на випаровування води з матеріалу:

$$Q_2^{\text{вир}} = G_w \cdot 2500 = 320,56 \cdot 2500 = 801400,00 \text{ кДж/год,}$$

де: 2500 – питома теплота випаровування води, кДж/кг.

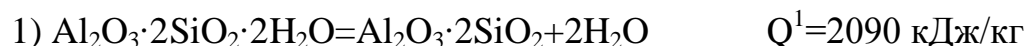
3. Теплота, що витрачається на хімічні реакції:

$$Q_3^{\text{вир}} = \sum g_{\text{ix.p}} \cdot G_{\text{ix.p}},$$

де: $g_{\text{ix.p}}$ – теплота протікання різноманітних фізико-хімічних процесів, віднесена до 1 кг оксиду, який міститься у вихідній шихті, кДж/кг;

$G_{\text{ix.p}}$ – кількість оксиду, для якого розраховується тепловий ефект реакції, кг/год.

В процесі випалу відбувається реакція дегідратації глинистих мінералів, розкладання карбонатів кальцію та магнію. Ці реакції характеризуються наступними тепловими ефектами (на 1 кг оксиду):



Тепловий ефект кожної реакції можна визначити з відсоткового вмісту відповідного оксиду у вихідному матеріалі.

1) без застосування золи-виносу

Вміст Al_2O_3 , CaO та MgO в суглинку:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,5$$

$$\text{CaO} = 6,4$$

$$\text{MgO} = 1,9$$

Тепловий ефект дорівнює:

$$Q_3^1 = 2090 \cdot 0,095 \cdot 7552,38 = 1499525,05 \text{ кДж/год};$$

$$Q_3^2 = 3177 \cdot 0,064 \cdot 7552,38 = 1535610,32 \text{ кДж/год};$$

$$Q_3^3 = 2750 \cdot 0,019 \cdot 7552,38 = 394611,85 \text{ кДж/год};$$

$$Q_3^{\text{внт}} = Q_3^1 + Q_3^2 + Q_3^3 = 3429747,22 \text{ кДж/год}.$$

2) при застосуванні золи-виносу

$$Q_3^1 = 2090 \cdot 0,076 \cdot 7552,38 = 1199620,04 \text{ кДж/год};$$

$$Q_3^2 = 3177 \cdot 0,051 \cdot 7552,38 = 1223689,47 \text{ кДж/год};$$

$$Q_3^3 = 2750 \cdot 0,015 \cdot 7552,38 = 311535 \text{ кДж/год};$$

$$Q_3^{\text{внт}} = Q_3^1 + Q_3^2 + Q_3^3 = 2734845,18 \text{ кДж/год}.$$

4. Теплота, що виноситься продуктами горіння палива:

$$Q_4^p = Q_4^1 + Q_4^2,$$

де: Q_4^1 – теплота, що виноситься продуктами горіння палива.

$$Q_4^1 = (\alpha_{\text{заг.}} \cdot V_{\text{п}} + \Delta V) \cdot X \cdot C_{\text{пр}} \cdot t_{\text{д.г.}} = (1,4 \cdot 12,153 + (12,153 - 11,15)) \cdot x \cdot 1,365 \cdot 100 = 2459,35 \cdot X \text{ кДж/год}.$$

Q_4^1 – теплота, що виноситься фізичною вологою матеріалу.

$$Q_4^2 = ((G_{\text{w}} + G_{\text{п.г.}}) / 0,804) \cdot C_{\text{в.п}} \cdot t_{\text{д.г.}},$$

0,804 – густина водяних парів, кг/м³;

$C_{\text{в.п}}$ - теплоємність водяних парів, при $t_{\text{д.г.}}$.

$$Q_4^2 = ((320,56 + 1285,98) / 0,804) \cdot 1,522 \cdot 100 = 304123,62 \text{ кДж/год}$$

$$Q_4^{\text{внт}} = 2459,35 \cdot X + 304123,62 \text{ кДж/год}.$$

5. Теплота, що втрачається через огорожуючі конструкції.

Результати розрахунків для різних ділянок печі (стіни, склепіння) і через под вагонеток для зон підігріву, випалу і охолодження приведені в таблиці

2.6.5

Табл.2.6.5 - Витрата і втрати тепла через огорожуючі конструкції в різних зонах печі

Зона печі	Поверхня	Витрата тепла кДж/год	Питомі втрати, Вт/(м ² с)
Підігріву	Стіни	87098,34	195,9027
	Склепіння	55983,89	109,1304
	Под	55126,5	107,46

Випалу	Стіни	64817,49	374,3214
	Склепіння	45192,5	226,1887
	Под	69206,88	346,38
Охолодження	Стіни	146190,6	347,0812
	Склепіння	73879,58	152,0156
	Под	62143,67	127,86

$$Q_5 = Q_{\text{ст}}^i + Q_{\text{ск}}^i + Q_{\text{чер.}} + Q_{\text{чер.}} = 87098,34 + 64817,49 + 55983,89 + 45192,5 + 55126,5 + 69206,88 = 377425,60 \text{ кДж/год}$$

6. Теплота, що втрачається через под вагонетки:

$$Q_6 = Q_{\text{чер.під.}} + Q_{\text{чер.обп.}} = 69206,88 + 62143,67 = 124333,38 \text{ кДж/год}$$

7. Тепло, що виноситься із зони випалу транспортними засобами:

$$Q_7 = (\sum C_i \cdot m_i \cdot t_{\text{фут}} + C_{\text{мк}} \cdot m_{\text{мк}} \cdot t_{\text{вагон}}) =$$

$$= (1,087 \cdot 1040 \cdot 947,0 + 1,065 \cdot 2560 \cdot 863,1 + 0,46 \cdot 2200 \cdot 86,9) = 3511663,20 \text{ кДж/год}$$

8. Невраховані втрати:

$$Q_8 = 0,05 \cdot Q_{\text{н}}^p \cdot X = 0,05 \cdot 34297,7 \cdot X = 1714,88 \cdot X \text{ кДж/год}$$

Прирівнюємо статті приходу та витрати:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{вит}}$$

$$34297,7 \cdot X + 1501,35 \cdot X + 346207,18 + 156975,60 + 6516743,79 = 8109787,94 +$$

$$+ 801400,00 + 3761077,69 + 2459,35 \cdot X + 304123,62 + 377425,60 + 124333,38 +$$

$$+ 3511663,20 + 1714,88 \cdot X$$

Виходячи з приведенного рівняння визначаємо витрату палива за годину. $X = 315,25 \text{ м}^3/\text{год}$

Складемо тепловий баланс зони підігріву та випалу і занесемо ці дані в табл. 2.6.6

Таблиця 2.6.6 - Тепловий баланс зон підігріву та випалу

Прихід тепла		Витрата тепла	
Назва статті	Кількість теплоти	Назва статті	Кількість теплоти
	кДж/год		кДж/год
Теплота, що вноситься згораючим паливом	10812523,83	Теплота, що виноситься виробами в зону охолодження	8109787,94
Теплота, що вноситься повітрям	473308,20	Теплота, що витрачається на випаровування вологи з матеріалу	801400,00
Теплота, що вноситься виробами	346207,18	Теплота, що витрачається на хімічні	2734845,18

		реакції	
Теплота, що вноситься транспортом	156975,60	Теплота, що виноситься продуктами горіння палива	1079446,18
		Теплота, що втрачається через огорожуючі конструкції	377425,60
		Теплота, що втрачається через под вагонетки	124333,38
		Теплота, що виноситься із зони випалу транспортом	3511663,20
		Невраховані втрати	540624,61
Σ	11789017,01	Σ	17279525,49

Для розрахунку економії тепла потрібно порівняти тепловий баланс без застосування золи-виносу та при її додаванні. Дані для порівняння наведено в табл. 2.6.7

Табл. 2.6.7

	Прихід тепла, Σ кДж/год	Витрати тепла, Σ кДж/год	Загальні витрати, кДж/год
без наявності золи-виносу	11789014,81	17974427,53	6185412,72
за наявності золи-виносу	11789017,01	17279525,49	5490508,48

Розбіжність: $(6185412,72 - 5490508,48) / 6185412,72 = 0,1123 \cdot 100\% = 11\%$

Таким чином, за рахунок введення золи-виносу економія тепла на виготовлення керамічної цегли становить 11%.

Тепловий баланс зони охолодження

Метою приведення теплового балансу зони охолодження являється визначення об'єму повітря для охолодження випалених виробів ($V_{п.}^{3.охол.}$)

Статті приходу тепла:

1. Теплота, що виноситься випаленими виробами із зони випалу в зону охолодження:

$$Q_1^{\text{пр}} = Q_{13.0\text{обп}}^{\text{вит}} = 8109787,94 \text{ кДж/год.}$$

2. Теплота, що вноситься транспортом із зони випалу в зону охолодження:

$$Q_2^{\text{пр}} = Q_{73.0\text{обп}}^{\text{вит}} = 3511663,20 \text{ кДж/год.}$$

Статті витрати тепла:

1. Теплота, що виноситься виробами з печі:

$$Q_1^{\text{вит}} = G_{\text{об.вир.}} \cdot C_{\text{вир.}}^{\text{к}} \cdot t_{\text{вир.}}^{\text{к}} = 7552,38 \cdot 0,850 \cdot 50 = 320976,15 \text{ кДж/год,}$$

2. Втрати тепла через огорожуючі конструкції. Ця теплота дорівнює:

$$Q_2^{\text{вит}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{ск}} + Q_{\text{чер}} = 282213,85 \text{ кДж/год.}$$

3. Теплота, що виноситься з печі транспортними засобами:

$$Q_3^{\text{вит}} = (\sum c_i \cdot m_i \cdot t_{i\text{фут}} + c_{\text{мк}} \cdot m_{\text{мк}} \cdot t_{\text{вар}})$$

$$Q_4^{\text{вит}} = (0,968 \cdot 1040 \cdot 495,5 + 0,957 \cdot 2560 \cdot 456,7 + 0,46 \cdot 2200 \cdot 50,1) = 1668409,42 \text{ кДж/год.}$$

4. Теплота, що виноситься повітрям із зони охолодження в зони підігріву та випалу:

Теплота, що виноситься повітрям із зони охолодження в зони підігріву та випалу не може розраховуватись за іншою формулою ніж теплота, що вноситься повітрям із зони охолодження в зони підігріву та випалу. Тому слід цю цифру розрахувати за такою формулою:

$$Q_4^{\text{вит}} = m V_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} \cdot t_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} \cdot X$$

m – частка, підігрітого повітря, що поступає на горіння.

$$Q_4^{\text{вит}} = 0,25 \cdot 11,15 \cdot 1,316 \cdot 350 \cdot 315,25 = 404756,6 \text{ кДж/год.}$$

5. Теплота, що відводиться на сторону з повітрям:

$$Q_5^{\text{вит}} = V_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} \cdot C_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} \cdot t_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} = V_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} \cdot 1,316 \cdot 350 = 460,6 V_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} \text{ кДж/год.}$$

6. Невраховані втрати:

$$Q_6^{\text{вит}} = 0,04 \cdot Q_1^{\text{пр}} = 0,04 \cdot 8109787,94 = 324391,52 \text{ кДж/год,}$$

Прирівнюємо статті приходу і витрати, і виразивши об'єм повітря, знайдемо його:

$$\sum Q^{\text{пр}} = 8109787,94 + 3511663,20 = 11621451,14 \text{ кДж/год,}$$

$$\sum Q^{\text{вит}} = 320976,15 + 282213,85 + 1668409,42 + 404756,6 + 460,6 V_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} + 324391,52 = 460,6 \cdot V_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} + 3000747,54$$

$$11621451,14 = 460,6 \cdot V_{\text{п}}^{3.0\text{хол}} + 3000747,54$$

$$8620703,6=460,6 \cdot V_{\text{п}}^{\text{з.охол}}$$

$$V_{\text{п}}^{\text{з.охол}}=18716,25 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Зведемо тепловий баланс зони охолодження в табл. 2.6.8

Таблиця 2.6.8- Тепловий баланс зони охолодження

Прихід тепла		Витрати тепла	
Стаття	кДж/год	Стаття	кДж/год
Тепло, що вноситься з випаленими виробами	8109787,94	Тепло, що виноситься виробами з печі	320976,15
Тепло, що вноситься транспортом	3511663,20	Втрати тепла, через огорожуючі конструкції	282213,85
		Тепло, що виноситься транспортом	1668409,42
		Тепло, що виноситься повітрям із зони охолодження в зону підігріву та випалу	404756,60
		Тепло, що відводиться на сторону з повітрям	8620704,75
		Невраховані втрати	324391,52
Σ	11621451,14	Σ	11621452,29

Розбіжність складає: $N = (11621451,14 - 11621452,29) \cdot 100 / 11621451,14 = -0,9 \cdot 10^{-7} \%$

Величина розбіжності балансу не перевищує допустимої похибки (менше 2%).

Складаємо зведений тепловий баланс печі. Тепловий баланс печі представлений в табл. 2.6.9

Табл.2.6.9- Зведений тепловий баланс печі

Прихід тепла		Витрата тепла	
Найменування статті	Кількість тепла	Найменування статті	Кількість тепла
	кДж/год		кДж/год
Теплота, що вноситься згораючим	10812523,83	Теплота, що витрачається на випаровування вологи з	801400,00

паливом		матеріалу	
Теплота, що вноситься повітрям атмос-ферним і з зони охолодження	473308,20	Теплота, що витрачається на хімічні реакції	2734845,18
Теплота, що вноситься виробами	346207,18	Теплота, що виноситься з печі димовими газами	1079446,18
Теплота, що вноситься транспортом	156975,60	Теплота, що втрачається через огорожуючі конструкції	659639,45
Тепло від згорання вуглевідходів	2203500,0	Теплота, що втрачається через под вагонетки	186477,05
		Тепло, що відводиться на сторону з повітрям	8620704,75
		Тепло, що виноситься повітрям в зону підігріву та випалу	404756,6
		Тепло, що виноситься виробами з печі	320976,15
		Тепло, що виноситься транспортом з печі	1668409,42
		Невраховані втрати	865016,13
Σ	13792514,81	Σ	17341670,91
Нев'язка балансу складає 0,34 %			

Розраховуємо коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_{\text{п}} = Q_{\text{кор}} / Q_{\text{затрач.}} \cdot 100\% = (Q_{23.\text{обп}}^{\text{вит}} + Q_{33.\text{обп}}^{\text{вит}}) / Q_{13.\text{обп}}^{\text{пр}} \cdot 100\% = (801400,00 + 3761077,69) / 10812523,83 \cdot 100\% = 42,20\%$$

Ефективність роботи агрегату можна визначити по питомій витраті палива на одиницю продукції:

$$q_{\text{пит}} = X \cdot 1000 / G_{\text{вип.вир}} = 315,25 \cdot 1000 / 7552,38 = 41,74 \text{ кДж/кг}$$

Питома витрата умовного палива на 1000 шт.

$$q_{\text{пит}} = \frac{x \cdot Q_n^p \cdot 1000}{29300 \cdot n} = \frac{315,25 \cdot 34297,7 \cdot 1000}{29300 \cdot 3095,24} = 119,22 \text{ кг ум. палива на 1000 шт цегли.}$$

де 29300 – теплота згорання умовного палива.

n – продуктивність печі шт./год.

Питома витрата тепла на 1 т готових виробів:

$$q_{\text{пит}} = \frac{x \cdot Q_n^p \cdot 1000}{G_{\text{обп.вир.}} \cdot 29300} = \frac{315,25 \cdot 34297,7 \cdot 1000}{7552,38 \cdot 29300} = 48,86 \text{ , кДж/т}$$

2.7 Генеральний план підприємства

2.7.1 Огляд сировинної бази виробництва цегли

Родовищем глини для виробництва керамічної цегли обрано с. Вовчанське, Васильківський район, Дніпровської області. Сировина, а саме суглинок, який використовується для даного виробництва є місцевою. Добування проводиться самим керамічним підприємством. А також використовується зола-виносуЗміївської ТЕС Харківської області.

Шихтовий склад маси для виробництва цегли: суглинок – 80 % та зола-винесу – 20%.

2.7.2 Вибір та обґрунтування точки будівництва

У відповідності до вимог діючих будівельних норм України ДСТУ БА.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної і робочої документації»[15] затвердження проектного рішення про будівництво підприємства хімічної промисловості проводиться у наступні етапи:

1. вибір та обґрунтування точки будівництва з затвердженнямбізнес-плану;
2. отримання дозволу з виділенням земельної ділянки на засіданні міської або селищної ради;
3. проведення проектно-конструкторськихрозробокщодорозміщеннятехнологічноїсхеми та основного обладнання в головних та допоміжнихбудівляхпідприємства;
4. геодезичнарозвідкаділянкимісцевостізіскладаннядокладноїкартигрунтів та рівняпідземних вод;
5. проведенняробіт з підготовкиділянки до будівництва;
6. будівельніроботи.

Точка будівництва обирається до наступних вимог:

1. наближеність до родовищаосновноїсировини (глина);
2. наявність добре розвиненої транспортної розв'язки, залізничної гілки, водних ресурсів (річка, озеро з проточною водою);
3. наближеність до населеного пункту;

4. наявність у регіоні ринку збуту продукції;
5. ділянка під будівництво не повинна бути відведена під сільськогосподарське призначення, не має відноситись до рекреаційної зони, а також зони лісових насаджень, заповідників та заказників;
6. якщо будівництво здійснюється на околиці населеного пункту, обирається околиця з протилежної від підвітряної сторони.

Підприємство з виробництва керамічної цегли пластичним способом формування з використанням відходів золи-виносу, продуктивністю 26 млн. шт. у рік, буде побудовано на околиці села Вовчанське, Васильківський район, Дніпровської області, за 3 км на північний схід від залізничної станції „Ульянівка”[30].

Проект будівництва заводу розроблений на основі завдання на проектування та результатів гірничо-розвідувальних та лабораторних досліджень глинистої сировини.

Основною сировиною для виробництва керамічної цегли є глина Вовчанського родовища. Кар'єр знаходиться недалеко від підприємства і сировина доставляється до місця виробництва за допомогою автотранспорту. Також використовуються відходи золи-виносу Зміївської ТЕС в Харківській області.

Згідно даних гірничо-розвідувальних досліджень, запаси глинистої сировини Вовчанського родовища складають 612 тис. м³. Поповнення запасів можливе за умови додаткового відведення ріллі.

Вибране місце є вдалим для будівництва заводу з виробництва керамічної цегли. Вовчанське родовище має великі запаси сировини з хорошими хімічними і гранулометричними складами, які забезпечать досить високу марку та якість продукції.

Будівництво нового заводу буде сприяти підвищенню темпів зростання промислового виробництва в Дніпровській області, наближаючи виробництво будівельних матеріалів до джерел сировини і до районів споживання.

Вода на завод надходить з річки Оріль для технологічних потреб, для побутових - з джерела місцевого водопостачання. Електропостачання від системи „Дніпроенерго" через підстанцію 10/0,4 кВ.

Завод знаходиться поблизу населеного пункту, що забезпечить його робочою силою. Кваліфіковані працівники та інженерно-технічний склад буде набиратися серед місцевих жителів і випускників місцевих навчальних закладів. Будуть також запрошуватися фахівці з інших регіонів нашої країни.

Через село Вовчанське проходять дві магістралі. Одна з яких-автомобільна, котра підтримує зв'язок з м. Дніпро, а інша – залізнична, що забезпечує постачання відходів золи-виносу від Зміївської ТЕС.

Васильківський район газифікований, тобто постачання підприємства буде здійснюватися природним газом із магістрального газопроводу.

Використання відходів золи-виносу дозволить скоротити витрати природного газу на випал виробів та знизить собівартість продукції.

Згідно з публічною кадастровою картою України, територія будівництва не належить до ділянки сільськогосподарського призначення, рекреаційної зони, зони лісових насаджень, заповідника або заказника. Точка будівництва обрана спираючись на дані про середньорічну направленість вітру.

2.7.3 Розміщення основних та допоміжних будівель територією підприємства

Відповідно до технологічної схеми виробництва керамічної цегли, основною будівлею є основний виробничий цех, в якому буде розміщено основний теплотехнологічний агрегат з виробництва цегли – тунельна піч, а також агрегати з виготовлення та пакування.

Територія проектного підприємства повинна містити наступні будівлі:

1. основний виробничий цех;
2. склад сировинних матеріалів та проммайданчики зберігання сировини;
3. склад готової продукції з рампою для відвантаження продукції;
4. адміністративний корпус;

5. додаткові споруди, такі як: газорозподільний пункт (ГРП), електропідстанція, парковка, стоянка відстою великовантажного транспорту, очисні споруди, склад вогнетривів та ЗІП, у разі віддаленого розташування точки будівництва – гуртожиток, кожен в'їзд – виїзд на підприємство оснащений прохідною.

На генеральному плані підприємства мають бути вказані транспортні розв'язки території для проїзду великовантажного транспорту, пішохідні доріжки, зони відпочинку і зелені насадження.

Оскільки технологічний процес передбачає високотемпературну обробку, енергоносієм для нього слугує природний газ, який заводиться на територію підприємства з магістрального газопроводу через газорозподільний пункт. В ГРП відбувається зниження тиску газу з магістрального до виробничого (від 10 атм до 0,5-1 атм). Надалі розведення газу територією заводу відбувається газопроводом низького тиску тільки до тих будівель, де знаходяться безпосередні споживачі газу (основний виробничий цех, цех обробки сировини та цех підготовки шихти).

Водозабір організовано з р. Дніпро. Зниження напруги лінії електропередач з 10 кВ до промислової напруги 380 В відбувається в трансформаторній електропідстанції. Відповідно до вимог техніки безпеки ГРП та ЕП мають бути рознесені територією заводу. Розміщення ГРП та ЕП обирають в безпосередній близькості до основного технологічного цеху.

Для організації складування готової продукції передбачено будівлю складу з рампами для відвантаження готової продукції автомобільним та залізничним транспортом.

Для розміщення керівництва заводу, конструкторського відділу, їдальні, бухгалтерії, відділу відпуску готової продукції передбачено розміщення на території заводу адміністративного корпусу в безпосередній близькості до головної прохідної, через яку організовано вивіз готової продукції.

Для завозу сировини на територію заводу та відповідно до вимог пожежної безпеки територією заводу передбачено розміщення додаткової прохідної.

Територія заводу обнесена залізобетонною огорожею з метою обмеження доступу на територію підприємства.

2.7.4 Графічне представлення проектного рішення

Представлення графічного рішення організовано у вигляді креслення формату А1 із зображенням плану розміщення основних та допоміжних будівель на території підприємства. Виходячи з розмірів ділянки підприємства, яка складає 4,65 га, креслення виконано в масштабі 1:500.

На кресленні додатково зображено розу вітрів для даного регіону обраної точки будівництва. Також наведено коротку характеристику точки будівництва із зазначенням географічних координат, наближеності до населеного пункту, транспортної розв'язки та водних ресурсів. На кресленні може бути наведено блок умовних позначень, до якого вноситься розшифровка нумерації будівель та споруд підприємства, позначення газової гілки, розведення електроенергії, води та каналізації територією підприємства, озеленення територій, автомобільні стоянки та проїзди.

Кінцеве проектне рішення генерального плану заводу з виробництва керамічної цегли представлено в графічному вигляді.

Висновки до Розділу 2. Так як за рахунок роботи теплових електростанцій (ТЕС) в Україні накопичується велика кількість техногенних відходів, то гостро постає проблема їх утилізації та переробки. Через це було запропоновано один з шляхів вирішення проблеми - використання золи-виносу у виробництві керамічної цегли. Основними недоліками цього виробництва є велика кількість глинистої сировини та велика кількість енерговитрат. Для удосконалення технології доцільно здійснити заміну частини глинистої сировини на техногенні відходи промисловості, зокрема золошлакові відходи ТЕС. В даній роботі запропоновано використання золи-виносу ТЕС. Було розглянуто залежність фізико-механічних характеристик готових виробів від процентного вмісту золи-виносу. На

основі аналізу літературних та експериментальних даних було визначено оптимальні технологічні параметри процесу – 20% золи-виносу та температура випалу 1000^{0C}.

При введенні 20% золи-виносу отримано склад шихти, застосування якого у виробництві керамічних виробів, дає енергозберігаючий ефект, що виражається в 11,9 кг умовного палива на 1000 шт.цегли нормального формату в порівнянні з традиційним, за рахунок часткової заміни складової, яка потребує виділення великої кількості теплоти при сушінні і випалі виробів на тепловиділяючі.

Таким чином, спроектовано ресурсозберігаючу технологічну схему виробництва керамічної цегли із застосуванням золи-виносу, здійснено тепло-технологічні розрахунки та показано, що запропонована технологічна схема дозволяє зменшити енергетичні витрати на 11%.

3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

3.1 Короткий опис технологічного процесу, як об'єкту управління

Автоматизація процесу виробництва керамічної цегли дозволяє: задавати режим контролю, робити запуск і зупинку агрегатів, слідкувати за роботою всіх складових технологічної схеми, керувати роботою елементів кожної ділянки. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує якість продукції, скорочення браку і відходів зменшення чисельності основних робіт.

Технічні засоби автоматизації виробництва керамічної цегли умовно розділяють на три групи:

1) Автоматичний контроль технологічних параметрів. Він включає покази і реєстрацію таких технологічних параметрів, як витрата сировинних матеріалів і теплоносія, вологість сумішей, рівні речовин в бункерах і т.д. Сюди ж відноситься сигналізація про роботу або зупинку механізмів, положення перемикачів.

2) Дистанційне керування. Передбачається для електроприладів основних і допоміжних механізмів, регулюючих і перемикальних органів, вони вмонтовуються на щитах управління. Передбачається також світлова сигналізація ввімкнення агрегатів («вкл», «откл») перемикальних органів («вкл», «откл»).

3) Автоматичне регулювання технологічного процесу. Завданням його є підтримка постійності певних величин технологічних параметрів:

- температура в зоні підігріву;
- співвідношення газ:повітря;
- температура в зоні обпалу;
- температура в зоні охолодження.

Всі механізми послідовної обробки матеріалу в цеху сполучені блокувальним зв'язком для запобігання завалам у разі зупинки одного з механізмів потоку.

При пластичному способі сировину, яка потрапляє на завод, оброблюють до отримання однорідної маси. Для цього сировину з подачі (1) стрічковим транспортером (2) подають в вальці грубого помолу (3) для подрібнення (I стадія). Потім сировину подрібнюють у вальцях тонкого помолу (4). Потім сировина потрапляє стрічковим транспортером (5) в глиномішалку (6), де вона зволожується до 18...25% і перемішується до отримання однорідної пластичної маси, яка за допомогою стрічкового транспортера подається в шнековий вакуумний прес (7). З преса безперервно виходить керамічний брус, який подається на різальний автомат-укладач (8), де укладається на вагонетки тунельної сушарки (9).

Випал цегли проводиться при температурі 950...1050⁰С в залежності від виду сировини, що використовується.

Всі механізми послідовної обробки матеріалу в цеху з'єднані блокуванням зв'язком для попередження завалів у випадку зупинки одного з механізмів потоку.

Автоматизація дозволяє: задавати режим контролю, робити запуск і зупинку агрегатів, слідкувати за роботою всіх елементів технологічної схеми, керувати роботою елементів кожної ділянки.

Автоматизація подрібнення

До складу подрібнюючого вузла входить: подавач глини, стрічковий транспортер, вальці грубого помолу, вальці тонкого помолу. При запуску включається пускова сигналізація на місцях. При зупинці вальців відключається транспортер, запускається реле часу, яке через деякий час відключає котушки магнітних пускачів інших агрегатів. Це необхідно для того, щоб матеріал, який залишився в наступних агрегатах цілком переробити, тобто пуск обладнання проводиться в холостому режимі. Швидкість стрічки транспортера регулюється в залежності від частоти

вібрації у вальцах. Контроль в подавач глини здійснюється за допомогою електронного сигналізатора.

Автоматизація вузла приготування суміші

Процес приготування суміші складається з перемішування і зволоження. Всі дозатори процесу регулюють продуктивність. Система підтримки постійної продуктивності являє собою замкнуту систему автоматичного регулювання, що складається з заданого приладу, регуляторів, релейного підсилювача (реверсивного магнітного пускача) і виконавчого органу. Перемішування компонентів відбувається в глинозмішувачі, на виході з якого ведуть контроль вологості суміші, регулюючи розтрату води для зволоження суміші. Рівень суміші в реакторі контролюється і регулюється рівнеміром.

Автоматизація процесу пресування

До основних технологічних параметрів, що характеризують процес пресування цегли-сирцю відносяться: вологість суміші при пресуванні, температура суміші і тиск стисненого повітря, що подається в прес.

Контроль і регулювання даних параметрів здійснюється за допомогою відповідних контурів.

Автоматизація процесу сушіння

У процесі сушіння проводять контроль температури у верхніх і в нижніх частинах корпусів сушарки. Для цього встановлюють термоелектричні термометри і для її реєстрації – потенціометри. Крім того контролюють час сушки відповідних контурів.

Автоматизація процесу випалу

У процесі випалу проводять контроль температури у верхніх і в нижніх частинах корпусів сушарки. Для цього встановлюють термоелектричні термометри і для її реєстрації – потенціометри. Крім того контролюють час сушки відповідних контурів. [9]

В Додатку 1 представлена специфікація на прилади автоматизації.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Згідно технологічної частини проекту, на виробництві керамічної цегли використовуються шкідливі й небезпечні, горючі, вибухонебезпечні речовини, до складу яких входять: пожежонебезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна, теплова енергії, енергія стисненого газу та хімічних реакцій.

При проектуванні виробництва прийняті рішення, які відповідають вимогам охорони праці та пожежної профілактики.

Проаналізувавши вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів розроблено заходи щодо створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці, пожежної профілактики та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

4.1 Охорона праці

4.1.1 Виявлення та аналіз шкідливих небезпечних виробничих факторів на проектованому об'єкті. Заходи з охорони праці

4.1.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, роботи, що виконуються на заводі за витратами фізичної енергії відносяться до категорії середньої тяжкості II а. У табл. 4.1.1(а) приведені норми параметрів мікроклімату для 2 періодів року. У табл. 4.1.1(б)ведений перелік шкідливих речовин, які використовуються на виробництві в якості сировини, що виділяються в процесі зберігання і переробки, з короткою характеристикою токсичності.

Табл. 4.1.1(а)- Норми параметрів мікроклімату цеху

Період року	Категорія робіт	Температура, t, °C	Вологість повітря, W, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	II а	18 – 20	40 – 60	0,2
Теплий	II а	21 – 23	40 – 60	0,3

Для забезпечення належних метеорологічних умов на проектованому об'єкті прийнято:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт, дистанційне керування, безперервність процесу;
- теплоізоляція устаткування, апаратів, комунікацій і інших джерел, випромінюючих на робочі місця тепло;
- для попередження переохолодження і простудних захворювань, працюючих біля входу в цех, передбачені тамбури, які створюють теплові повітряні завіси.

Проектом передбачена загальнообмінна і місцева витяжна система вентиляції, комбінована вентиляція та аерація. Схема вентиляції «знизу - вгору». Контроль повітрообміну – $E=300$ кВт/м. Кратність повітрообміну складає 5 годин⁻¹. З метою зниження запилення проводять вологе прибирання приміщень промисловими пилосмоками.

Для підтримки сприятливих умов застосовують вентиляцію і аспірацію, відділення забезпечують автоматами для води. У холодну пору року ($t +5$) передбачено парове опалювання робочих приміщень.

Табл. 4.1.1(б) – Коротка санітарна характеристика виробництва

Назва виробничої ділянки	ШР, причини їх виділення	Група ШР, хар-ка шкідливого впливу	ГДК ВВ в повітрі роб. зони, мг/м ³	Клас безпеки ШР	Засоби індивід. захисту: тип, марка, ДСТУ	Засоби долікарської допомоги	Методи контролю ШР в повітрі роб. зони	Клас в-ва	Санітарна група виробничого процесу
Масозаготівельна ділянка	Глиноземний пил	Подразнення, роздратування і засмічення шкіри, верхніх дихальних шляхів, очей	20	4	Респіратор, спецодег	Промивка очей, носа	2 рази на місяць пиломіром	IV	IV

Цех випалу і формування		Пил глини при завантаженні в бункер і кульовий млин	
Природний газ, виділяється при проходженні трубопроводу	Пил, що містить 10 – 70% SiO ₂ і виділяється при обдуванні і шліфовці	Подразнення, роздратування і засмічення шкіри, верхніх дихальних шляхів	
Загально токсичний. Викладає розлад нервової системи	Подразнення: силікоз, коньюктивіт		
15	4	10	
3	3	3	
Протигаз ДСТУ 12.4.011-75	Респіратор, спецодяг ДСТУ 12.4.099.80	Респіратор, спецодяг	
Винесення постраждалого на свіже повітря	Промивка очей великою кількістю води	Промивка очей, носа	
Гравіметричний	2 рази на місяць пиломіром	2 рази на місяць пиломіром	
IV			
IV			

Розрахунок аерації цеху

Конструкція стулки віконного прорізу - одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки $\alpha=45^\circ$. Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h=1,5$, з кутом відкриття $\alpha =90^\circ$. Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення:

$$t_{вн\partial} = t_{зовн} + \frac{t_{вн} - t_{рз}}{m}, ^\circ\text{C};$$

- де $t_{зовн}$ - температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період $t=23,5^\circ\text{C}$

$t_{вн}$ -температура внутрішнього повітря; $t_{вн}=25^\circ\text{C}$;

- $t_{p.з.}$ - температура повітря, що надходить до робочої зони.

$$t_{p.з.} = t_{зовн}, \quad t_{p.з.} = 23,5^{\circ}\text{C};$$

- m - коефіцієнт, приймаємо 0,53;

$$t_{вн} = 23,5 + \frac{25 - 23,5}{0,53} = 26,3, \quad ^{\circ}\text{C}.$$

- Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \quad \text{кг/м}^3;$$

$$\rho_{зовн} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \quad \text{кг/м}^3;$$

$$\rho_{вн} = \frac{353}{26,5 + 273} = 1,179, \quad \text{кг/м}^3.$$

- Розподілений тиск визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_{1.2} = h * (\rho_{зовн} - \rho_{вн}), \quad \text{кг/м}^2;$$

- де h - відстань між осями прорізів; $h=10$ метрів

$$\Delta\rho_{1.2} = 10 * (1,191 - 1,179) = 0,12, \quad \text{кг/м}^2.$$

- Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити по формулі:

$$\Delta\rho_1 = \beta * \Delta\rho_{1.2}, \quad \text{кг/м}^2;$$

- де β - різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи, $\beta=0,4$,

$$\Delta\rho_1 = 0,2 * 0,12 = 0,024, \quad \text{кг/м}^2;$$

- Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1.2} - \Delta\rho_1, \quad \text{кг/м}^2;$$

$$\Delta\rho_2 = 0,12 - 0,024 = 0,096, \quad \text{кг/м}^2.$$

- Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{припл}$ і площу прорізів ліхтаря F_L :

$$F_{припл} = \frac{G_{припл}}{3600 \sqrt{\frac{2 * g * \rho_{зовн} * \Delta\rho_1}{\xi_1}}}, \quad \text{м}^2;$$

$$F_{припл} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,191 * 0,024}{3,7}}} = 29,98, \quad \text{м}^2;$$

$$F_{вид} = \frac{G_{вид}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,179}{4,1} * 0,096}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{вид} = \frac{G_{вид}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,179}{4,1} * 0,096}} = 11,33 \text{ ,м}^2.$$

- де $G_{припл.}$ - кількість повітря, що повинна надходити в приміщення.

- $G_{вид.}$ - кількість повітря, що видаляється.

4.1.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду VIII а. Проектом прийнято природне, штучне і суміщене освітлення.

Природне освітлення є комбінованою системою поєднання верхнього і бічного освітлення. Штучне освітлення представлено системою загального рівномірного освітлення, за якого світильники розміщуються у верхній зоні приміщення.

У проекті підприємства розроблено: аварійна, евакуаційна і ремонтна системи штучного освітлення.

Таблиця 4.1.2 - Норми освітленості прийняті проектом

Характер зорових робіт	Штучне освітлення	Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Освітленість, лк	КЕО %			
	При загальному освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При бічному освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При бічному освітленні
VIIIa	75	1	0.3	0.7	0.2

Для штучного освітлення застосовуються люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ. Згідно ДБН В.2.5-28-2006, прийнята напруга 220В.

При відключенні робочого освітлення передбачено аварійне освітлення. Місцеве освітлення робочих місць здійснюється світильниками типу ПВЛ-6.

Стіни і стелі забарвлені в світлі тони, внутрішні поверхні огорож і небезпечні елементи механізмів – в червоний.

Освітлення контролюється за допомогою люксметра Ю-116 або Ю-117 не менше одного разу на рік, а також після ремонту освітлювальних пристроїв.

4.1.1.3 Виробничий шум і вібрація

Виробничий шум виникає в результаті роботи технологічного устаткування на ділянці масозаготовки. Шуми носять постійний характер. Допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях, згідно ДСН 3.3.6 037-99, не повинен перевищувати 80 дБА. На території підприємства рівень шуму складає 80 дБА, в цеху з виробництва цегли - 65 дБА, що задовольняє вимогам.

Джерелом вібрації є насоси, преса, відсікачі.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої – перегородки і екрани, які встановлюють між джерелом шуму і робочим місцем; об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над шумними агрегатами, а також засоби індивідуального захисту – навушники.

Для зниження рівня вібрації використовуються сталеві пружинні амортизатори. Для усунення вібрації під віброактивним устаткуванням передбачена ізоляція фундаментів від несучих конструкцій і інженерних комунікацій із застосуванням вібропоглинаючих гумових покриттів і мастик.

Для вимірювання і аналізу шуму застосовують шумоміри Шум-1М, ШМ-1, частотні аналізатори. Для контролю вібрації застосовують віброметр ВМ-1 зоктавним фільтром ФЭ-2, прилад ВШВ-003.

4.1.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Клас приладів по електробезпечності – особливо небезпечні.

Ураження електричним струмом можливе у результаті дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою та через електричну дугу. Місцями електризації є трубопроводи. Причинами цього є рух рідини (води з домішками) та повітря по них.

Шкідлива дія електричного струму на людину розраховується за формулою:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{(R_{\text{л}} + R_{\text{о}})}$$

$R_{\text{л}} = 2 \dots 4 \text{ кОм}$ – опір людини;

$R_{\text{о}} = 4 \text{ Ом}$ – опір заземлюючого устаткування.

Допустимі величини сили струму та напруги дотику згідно з ГОСТ 12.1.038-82:

$$\begin{cases} I_{\text{люд}} \leq 6 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} = 36 \text{ В} \end{cases} \quad \text{при } t_{\text{д}} > 1 \text{ с, аварійний режим}$$
$$\begin{cases} I_{\text{люд}} = 0,2 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} = 2 \text{ В} \end{cases} \quad \text{при } t_{\text{д}} \leq 10 \text{ хв/добу, нормальний режим}$$

При нормальному режимі при $\tau \leq 10 \text{ хв/добу}$. $R_{\text{л}} = 2000 \text{ Ом}$, $R_{\text{о}} = 4 \text{ Ом}$.
Тоді згідно з рівняннями:

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{3000 + 4} = 73.23 \text{ мА},$$

$$U_{\text{д}} = 73.23 \cdot 3 = 219,72 \text{ В}.$$

Отже, розраховані значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{д}}$ значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог ПУЕ в цеху можливі електротравми з важкими наслідками.

Заходи захисту від зарядів статичної електрики:

- запобігання накопичення зарядів на металевому устаткуванні (досягається заземленням всіх металевих частин, на яких можуть з'явитись заряди);

- послаблення генерації зарядів на твердих тілах і в рідинах (за рахунок збільшення їхньої поверхневої провідності шляхом підвищення відносної вологості повітря, хімічної обробки поверхні, зменшення швидкості переміщення матеріалів, що заряджаються, тощо);

Проектом передбачені наступні заходи електробезпеки:

- струмоведучі частини обладнання, до яких можливий дотик персоналу, ізольовані (опір ізоляції електропроводів вище 0.5 мОм);
- електричний поділ мережі;
- усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається застосуванням малих напруг, використанням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним зануленням, захисним відключенням;
- організація безпечної експлуатації електроустановок.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

На підприємстві знаходитиметься обладнання з рухомими деталями. До таких відносяться дробарки, вальці, змішувачі.

До устаткування, до якого висуваються підвищені вимоги з виробничої безпеки, відносяться теплові агрегати, що працюють на газоподібному паливі. Природний газ легкозаймистий і вибухонебезпечний в суміші з повітрям. Витік природного газу приводить до витіснення кисню повітря в робочій зоні приміщення. При порушенні герметизації теплових агрегатів можливі термічні опіки персоналу.

Для усунення небезпеки отримання травм рухомі частини устаткування захищені сітчастими металевими огорожами. Вальці обладнані блокуванням, що автоматично відключає привід з подачею звукового сигналу при заклинюванні валків і перевантаженні електродвигуна. Стрічкові конвеєри захищені від приводних і натяжних барабанів, які блокуються з приводом. На

підприємстві для захисту робітників від деталей, що обертаються, і частин устаткування застосовуються сітчасті стаціонарні огорожі.

При експлуатації вантажопідйомних машин забороняється піднімати вантажі, маса яких перевищує допустиму вантажопідйомність, одночасно піднімати вантаж і людей, піднімати вантаж в нестійкому положенні.

Припливні і витяжні канали тунельних сушарок перекриті металевими ґратами. Двері сушарок ущільнені прокладками з негорючих матеріалів. Трубопроводи подачі теплоносія захищені і ізольовані, щоб виключити опіки робітників при обслуговуванні сушарок. Завантажувальні і розвантажувальні кінці тунелів оснащені звуковою і світловою сигналізацією.

Рухомі частини розташовані нижче 2 м від підлоги і захищені захисними сітками, кожухами. Для переходу застосовуються перехідні мости. Шлях руху транспортних механізмів захищений. Піч оснащена системою автоматичного відключення газу при відхиленні одного з параметрів: тиску газу, напруги в мережі, тиску повітря, розрідження в каналі печі.

4.2.2 Пожежна безпека

На виробництві, що проектується, можливими джерелами пожежі є перевантаження електроустаткування, нагріті стінки устаткування (піч), іскри від роботи електрообладнання та від тертя деталей машин, прямий удар блискавки в споруди, електрозамикання, виникнення електричної дуги, руйнування кабелю, електропроводки. У таблиці 4.2.1 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю:

Табл. 4.2 – Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів

Найменування ділянок і приміщень	Речовини які є в приміщенні, хім. Склад	Агрегатний стан речовин при норм. умовах	Горючість, займистість, вибухонебезпечність	Пожежо – та вибухонебезпечність, показники		Межі займистості		Вибухо небезпечні суміші з повітрям		Засоби пожежогасіння	Категорія приміщень за ОНП 24 - 96	Клас приміщень та зовнішнього устаткування за БПЕ	Категорія об'єкта і тип зони. Захищена і влаштування блискавки захищена згідно з БН 305-77
				Температура а спалаху, °C	Температура займистості, °C	% об'єму	Мг/м	Категорія	група				

Ділянка сушки і випалу	Газ	Газоподібне	Пальне, займисте, вибухонебезпечне	21-25 при P=1МПа	20 при P=1МПа	5-15	16,66-10,26	Па	T1	Піна хімічна ВХП-10	Г	1	Па
	СО	Газоподібне	Горючий	22-25 при P=101,3 Па	20 при P=101,3 Па	74	-	Па	T1	Піна хімічна ВХП-10	Г	1	Па
Матеріал ізоляції	Полівінілхлорид	Тверде	Горючий	570	560	-	-	Па	-	Вуглекислий вогнегасник ОУ-5	В	1	Па
Смазка	Машинне масло	Рідке	Горючий	200	160-191	-	-	Па	-	Пінний вогнегасник	В	1	-Па

При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, між будинками передбачені протипожежні розриви 10м, протипожежні крани, ємності з піском і пожежні щити; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу. Для запобігання ударів блискавки встановлюються стрижньові блискавковідводи.

Для технологічного устаткування передбачено застосування запобіжних пристроїв - мембран, клапанів (газове обладнання). Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання. Для сповіщення витікання з газопроводу встановлено сигналізацію. Перед розпалюванням печі її газовий тракт вентилується. Газопроводи усередині цеху мають систему продувних труб із запірними пристроями. Продувні труби (свічі) від печей з'єднують у загальну вивідну свічу. При припиненні подачі газу та повітря, загрозі пожежі в цеху, витічанню газу в приміщення, аваріях передбачено аварійне вимкнення газових пальників. Підприємство обладнується охороною й пожежною сигналізацією типу ПТІМ. Основний цех обладнується ящиком з піском і

вогнегасниками. Для захисту від статичної електрики використовують заземлюючі пристрої для заземлення устаткування та комунікацій. Електричне обладнання закритого типу, яке установлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

4.2.3 Аналіз небезпеки об'єкта

Згідно Положення «Про план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій», наш об'єкт належить до категорії «Б».

На підприємстві використовується алюмінієва пудра, яка є легкозаймистою речовиною та обладнання з небезпечним режимом роботи – автоклав. Для запобігання самозаймання алюмінієвої пудри її поставляють в парафіновій оболонці і зберігають таким до використання у технологічному процесі.

Можливі причини виникнення аварій: вихід параметрів за критичні значення автоклаву (різке підвищення температури чи тиску), знос матеріалу (зношення ключових деталей автоклаву, які можуть привести до розгерметизації), помилка ремонтного чи обслуговуючого обладнання, дії зовнішніх факторів, дії вражаючих факторів аварії суміжних виробництв (пожежа на суміжних територіях).

Причинами вибуху автоклавів можуть бути підвищення тиску пари в робочому просторі вище допустимого, покриття іржею стінок котла, накопичення товстого шару накипу на стінках котла, попадання жиру в живильну воду, несправність манометра і запобіжного клапана, залишення автоклава без нагляду, робота на автоклаві ненавченого робітника.

Всі наведені причини можуть призвести до розгерметизації чи руйнування автоклаву, що приведе до утрати вакууму, утворення вибухової чи горючої фази та вибуху автоклаву. Вибух автоклаву приводить до травмування персоналу, руйнування частини приміщення та до виникнення пожежі на підприємстві. Враховуючи такий сценарій розвитку аварії, її можна віднести до рівня А.

Ліквідаційні роботи після вибуху автоклава: ліквідація вогнищ спалаху (якщо такі є), знеструмлення всіх апаратів, надання медичної допомоги

постраждалим, з'ясування причин аварії, ліквідація пошкоджень в будівлі і апаратурі.

Площа приміщення повинна відповідати протипожежним нормам і вимогам будівельних норм і правил. Приміщення автоклавної повинно мати природне освітлення, квартирки і вентиляцію. Двері автоклавної повинні відкриватися тільки назовні і не замикатися на ключ під час роботи. Засклені двері не дозволяються. Підлога в приміщенні повинен бути з не струмопровідного матеріалу. Автоклав встановлюють на відстані не менше 0,8 м від стіни. Кожен з автоклавів має запобіжний та аварійний клапани.

Оцінка обладнання сховищ

1.Оцінювання захисних споруд за місткістю

Вихідні дані:

На заводі є такі захисні споруди з паспортними даними кількість працівників найбільшої зміни $N = 605$ ос., (КБ – 20 ос., механічний цех – 270 ос., шліфувальний цех – 230 ос., столярний цех – 85 ос.).

Таблиця 4.3.1 - Характеристики захисних споруд заводу

Тип, номер захисної споруди	Площа приміщень, м ²				Висота приміщень	Аварійний вихід
	Для людей з санітарним постом	Допоміжних				
		ФВП, санвузли	Для продуктів	Тамбур шлюз		
ПРУ 1	15	4	–	–	2,15	є
Сховище 8	165	57	–		2,15	є
Сховище 12	165	57			2,15	є

Виявляємо наявність основних і допоміжних приміщень, відповідність їх розмірів нормам об'ємно-планових рішень і визначаємо потрібні площі, яких не вистачає:

а) ПРУ №1 відповідає нормам;

б) сховище № 8 відповідає нормам

в) сховище № 12 відповідає нормам.

Визначаємо розрахункову місткість захисних споруд за площею до і після дообладнання їх:

а) ПРУ: $M_{\text{пру}} = 15/0,5 = 30$ ос.;

б) сховище № 8: приміщення для людей: $M_{\text{пр}} = 165/0,5 = 330$ ос.;

в) сховище № 12: $M_{\text{пр}} = 165/0,5 = 330$ ос.;

Визначаємо розрахункову місткість за об'ємом приміщень:

а) ПРУ: $M_{\text{ПРУ}} = \frac{(15+4) \cdot 2,15}{1,5} = 27$ ос.;

б) сховище № 8: $M_8 = \frac{(165+57+10) \cdot 2,15}{1,5} = 332$ ос.

в) сховище № 12: $M_{12} = \frac{(165+57+10) \cdot 2,15}{1,5} = 332$ ос.

Фактичну розрахункову місткість беруть за площею приміщень (менше за значенням), тобто ПРУ №1 – $M_{\text{пру}} = 27$ ос.; сховище № 8 – $M_8 = 330$ ос.; сховище № 12 – $M_{12} = 330$ ос.

Визначаємо загальну розрахункову місткість (всіх захисних споруд на заводі):

$$M_{\text{заг}} = 27 + 330 + 330 = 687 \text{ ос.}$$

Визначаємо коефіцієнт місткості:

$$K_m = \frac{687}{605} = 1,135$$

Визначаємо потрібну кількість нар у приміщеннях для людей (H).

Висота приміщень ($h = 2,4$ м) дозволяє встановити двох'ярусні нари (одні нари на 5 ос.):

а) у ПРУ: $H_{\text{пру}} = 27/5 = 5$ нар;

б) у сховищі № 8: $H_8 = 330/5 = 66$ нар;

в) у сховищі № 12: $H_{12} = 330/5 = 66$ нар.

2. Оцінювання систем життєзабезпечення захисних споруд

Оцінювання системи повітропостачання

Вихідні дані:

а) об'єкт розташований в І кліматичній зоні;

б) система повітрозабезпечення включає: у сховищі № 8 – 3 комплекти ФВК-2; сховищі № 12 – 3 комплекти ФВК-2;

в) можливості одного комплексу V за режимом I – 1200 м³/год; за режимом II – 300 м³/год;

г) зараження атмосфери чадним газом на об'єкті не очікується.

Визначаємо, які режими роботи має забезпечувати система повітропостачання. Через те, що на об'єкті не очікується зараження атмосфери чадним газом, система повітрозабезпечення повинна забезпечити роботу в двох режимах: «Чистої вентиляції» (режим I) і «Фільтровентиляції» (режим II).

Норма подавання повітря (W_1) на одну людину становить: у режимі I – 13 м³/год (I зона), у режимі II – 2 м³/год.

Визначаємо можливості системи:

а) у режимі I («Чистої вентиляції») за наявною кількістю ФВК (n):

$$\text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_1 - 3 \cdot 1200}{W_1} = \frac{13 \cdot 1200}{13} = 276 \text{ ос.};$$

$$\text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_1 - 3 \cdot 1200}{W_1} = \frac{13 \cdot 1200}{13} = 276 \text{ ос.};$$

б) у режимі II («Фільтровентиляції»):

$$\text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_2 - 3 \cdot 300}{W_2} = \frac{2 \cdot 300}{2} = 450 \text{ ос.}$$

$$\text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_2 - 3 \cdot 300}{W_2} = \frac{2 \cdot 300}{2} = 450 \text{ ос.}$$

Визначаємо показник, який характеризує захисні споруди за повітрозабезпеченням людей у режимі I (за найменшими можливостями):

$$K_{\text{ж.з.Пов}} = \frac{N_8 + N_{12}}{N} = \frac{276 + 276}{605} = 0.91,$$

де N_8, N_{12} – кількість людей, що можуть бути забезпечені в межах розрахункової місткості сховищ № 8 та 12 (але не більше).

3. Оцінювання системи водопостачання

Вихідні дані:

– аварійний запас води в проточних баках місткістю 2 300 л у сховищах № 8 і 12 становить $W_{\text{о. вод}} = 2\,300$ л;

– тривалість укриття людей $T = 3$ доби;

– норма запасу питної води на одну людину за добу $W_1 = 3$ л.

Визначаємо можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації:

$$\text{– у сх. № 8 } N_{\text{вод}}^8 = W_{\text{вод}} / W_1 T = 2300 / 3 \cdot 3 = 255 \text{ ос.}$$

– у сх. № 12 $N_{\text{вод}}^{12} = W_{\text{вод}} / W_1 T = 2300 / 3 * 3 = 255 \text{ ос.}$

Визначаємо показник життєзабезпечення водою:

$$K_{\text{жз.вод.}} = (N_8 + N_{12}) / N = (255 + 255) / 605 = 0.84$$

Можливості захисту обмежені недостатньою продуктивністю систем повітропостачання і малою ємністю аварійного запасу води. Для забезпечення надійного захисту всіх робітників і службовців потрібно:

– встановити додатково по одному комплекту ФВК-1 в системах повітропостачання сховищ № 8 і 12;

– встановити додаткові ємності для аварійного запасу води: у сховищі № 8 і у сховищі № 12 – 675 л.

5. СТАРТАП-ПРОЕКТ

5.1 Резюме

Загальна характеристика розробки

Бізнес-ідея: застосування золи-виносу ТЕС при виготовленні керамічної цегли.

Загальні тенденції розвитку керамічної промисловості - високі темпи зростання виробництва, підвищення якості продукції, організація випуску нових ефективних видів виробів багатофункціонального призначення та застосування більш потужного сучасного обладнання зумовлюють, в свою чергу, напрям подальших наукових розробок у цій галузі. В умовах інтенсивного розвитку народного господарства першорядне значення набуває економне використання матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів. Одним з найважливіших чинників економії є широке залучення у виробництво супутніх продуктів, продуктів та відходів хімічної промисловості. Це стосується енергозберігаючої добавки – золи-виносу ТЕС. Використання золи забезпечує підвищення міцності цегли та морозостійкості при одночасному зниженні витрат технологічного палива. Поряд з можливістю корисного використання золи її утилізація сприяє заощадженню природних ресурсів і поліпшення стану навколишнього середовища [1].

Мета стартапу: реалізація бізнес-ідеї, задоволення потреби в матеріалі для будівництва, використання добавки для зменшення витрат на виробництво продукції.

Суб'єктом замовлення є фізичні особи, підприємства сфери будівництва та оптової і роздрібноіторгівлі.

Об'єктом дослідження є керамічна цегла.

Місце ідеї в ланцюжку цінностей інноваційного процесу:

- ідея на стадії виробництва;
- продукція на стадії експлуатації.

Бізнес-модель стартапу: B2B.

КВЕД: С 23.32 Виробництво цегли, черепиці та інших будівельних виробів із випаленої глини

Прототипи ідеї: застосування основної глинистої сировини – глини при виготовленні керамічної цегли. Аналоги ідеї: виготовлення керамічної цегли із застосуванням гравітаційних відходів вуглезбагачення або добавок, що вигорають (вугільного шпату).

Вітчизняним конкурентом є компанія ДП «Санта-Петрівка» та ПрАТ «Роздільський керамічний завод». Ціна - 3,55 грн/шт і 3,00 грн/шт відповідно.

Конкурентні переваги: екологічність методу та високі технічні характеристики продукції, виготовленої із застосуванням представленого методу.

Продукція: рядова керамічна цегла 1НФ.

Керамічна рядова цегла виробляється за автоматизованою технологією. Вона здійснюється за такою стандартною схемою:

1. Підготовка сировини.
2. Приготування керамічної маси.
3. Формування сирцю.
4. Сушка сирцю.
5. Випал цегли в спеціальних печах при температурі 1000 градусів;
6. Охолодження матеріалу, його сортування та транспортування на склад.

Джерела сировини: суглинки Вовчанського родовища Дніпровської області та відходи золи-виносу Зміївської ТЕС Харківської області.

Кваліфікація персоналу:

Начальники цехів, зам. начальників цехів, технолог, майстри цехів, лаборант, робітники контролю якості – це кваліфіковані робітники III та IV розрядів та висококваліфіковані V та VI розрядів.

Пакувальники, оператори, водії, вантажники, кладовщики, прибиральниці – можуть бути малокваліфіковані – ті, що мають I та II розряди та некваліфіковані.

Споживач: будівельні компанії та приватні підприємства оптової і роздрібною торгівлі, а також фізичні особи віком від 18 років,

щонаютьсередній і високий рівень доходу, з будь-яким складом сім'ї та наявнимжитлом.

Ринком збуту є, в першу чергу, українські будівельні компанії, а в перспективі міжнародні компанії.

5.2 Аналіззовнішнього та внутрішньогосередовища стартапу

Зовнішнєсередовище

Табл. 5.2.1 – Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Сфера	Загрози	Можливості
Економіка	Зміна валютних курсів, підвищення податків; Зниження купівельної спроможності споживачів, зменшення попиту Поява нових конкурентів	Оптимізація вартості і якості сировини; Відкритість світового ринку
Політика	Посилення нестабільності в разі загострення бойових дій на сході країни	Позиціонування продукції на нових ринках збуту
Географія	Стихійні лиха в межах географічної області	Можливістьвикористання природних ресурсів в межах області(сировина, вода з природнихводойм)
Демографія	Нестабільна ситуація в країні, як наслідок зміна кількості споживачів	Збільшення кількості клієнтів, внаслідок міграції в країну і як наслідок збільшення попиту на продукт
Культура	Виникнення культурно-національних конфліктів між персоналом	Налагодження стосунків в інтернаціональному колективі, що спричинить здорову робочу атмосферу та підвищить продуктивність праці.
НТП	Можливість морального старіння обладнання та технології виготовлення продукції. Необхідність освоєння нових технологій	Перекваліфікація персоналу, поява нового економічно вигідного обладнання

До факторів зовнішнього оперативного середовища відносять конкурентів, постачальників, посередників, споживачів.

Табл. 5.2.2 – Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

Сфера	Переваги	Недоліки
-------	----------	----------

Посередники	Наявність великої кількості посередників дозволяє суттєво зменшити кількість персоналу	Мають місце постійний контроль за посередниками та питання укладання вигідних договорів.
Постачальники	Вибір найоптимальніших постачальників за принципом «ціна-якість»	Перебої в постачанні призводить до збільшення собівартості продукції
Конкуренти	Поява нового товару на ринку, що дасть можливість конкурувати з існуючими підприємствами	Середня ціна товару та контроль ринку конкурентами є перепорою у встановленні вигідної позиції при збуті товару Використання конкурентами більш сучасного обладнання
Споживачі	При появі споживачів як фізичних осіб виникає перспектива появи нової роздрібно-мережної торгівлі. Співпраця як з великими будівельними фірмами, так і персонально з кожним покупцем	Неможливість швидкого реагування на запити споживачів. Не високий попит на продукцію на початку. Відданість більш відомим маркам

Вплив зацікавлених сторін на основі аналізу зовнішнього середовища (табл. 5.2.3) для визначення потенційних загроз в впровадженні розробки, формуванні ризиків стартап-проекту (інноваційної розробки).

Табл. 5.2.3– Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Вплив її на реалізацію проекту	Цікавість її до проекту	Загальний коефіцієнт впливу на проект
Суб'єкти зовнішнього оперативного середовища			
Виробник: «Роздільський керамічний завод»	5	5	25
Постачальник: ООО «Укртранссервіс»	5	5	25
Споживачі: «Укрбуд»	5	3	15
Посередники: агенство нерухомості	5	3	15
Зовнішнє середовище			

Політичні структури: КМДА	3	3	9
Суб'єкти економічного середовища: банки	4	4	16
Власники географічних об'єктів: директор залізниці	4	3	12
Суб'єкти демографії: спеціалізовані кадри	4	4	16
Суб'єкти культурного середовища: субкультури	1	1	1
Суб'єкти НТП: навчальні заклади	5	4	20

Аналіз внутрішнього середовища підприємства забезпечує визначення сильних та слабких сторін в процесі реалізації стартап-проекту, що саме буде сприяти забезпеченню розробки, впровадженню, а що створюватиме ризики в розробці, впровадженні та реалізації ідеї стартап- проекту (табл. 5.2.4).

Табл. 5.2.4— Переваги і недоліки внутрішнього середовища

	Переваги	Недоліки
Організаційна структура	<ul style="list-style-type: none"> • Раціональна організаційна структура; • Використання переваг організаційно-правових форм організації бізнесу 	<ul style="list-style-type: none"> • Неефективний менеджмент; • Незнання переваг організаційно-правових форм організації бізнесу
Персонал	<ul style="list-style-type: none"> • Власна база підготовки кадрів; • Обмеження в мобільності населення 	<ul style="list-style-type: none"> • Висока плинність кваліфікованих кадрів
Виробництво	<ul style="list-style-type: none"> • Можливість розширити виробничих потужностей; • Світовий рівень якості продукції; • Ефективна система контролю якості • Сприятливість до нових розробок 	<ul style="list-style-type: none"> • Швидко старіючі виробничі потужності; • Велика енергоємність і матеріаломісткість продукції
Маркетинг	<ul style="list-style-type: none"> • Цінові переваги на зовнішньому ринку 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність коштів на вивчення конкретних потреб ринку; • Брак коштів на рекламу
Фінанси	<ul style="list-style-type: none"> • При малих інвестиціях 	<ul style="list-style-type: none"> • Загроза повільного

	менша імовірність втратити кошти, вкладені на розвиток компанії	зросту підприємства через брак коштів
--	---	---------------------------------------

Оцінка конкурентних переваг за методом Шонфільда

Для виробництва декорованої керамічної цегли важливими є такі характеристики: ціна, довговічність, екологічність, міцність та морозостійкість. Методом експертного опитування визначено вагомість кожної характеристики продукції з точки зору споживача від 0,0 до 1,0.

Конкурентами, які виготовляють аналогічну продукцію є компанії ДП «Санта-Петрівка» та ПрАТ «Роздільський керамічний завод».

Методом експертного опитування оцінено від 1 до 5 балів кожну характеристику для нашої продукції і для конкурентів та сформовано зведену таблицю оцінки характеристик продукції (табл. 5.2.5).

Табл. 5.2.5 – Оцінка характеристик продукції

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристик и	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	Конкурент «Санта-Петрівка»	Конкурент «Роздільський керамічний завод»
Ціна	0,25	4	4	5
Довговічність	0,1	4	3	5
Екологічність	0,1	5	5	3
Міцність	0,3	5	4	5
Морозостійкість	0,25	5	3	4

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначаємо бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів (табл. 5.2.6).

Табл. 5.2.6 – Бальна оцінка характеристик продукції

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент «Санта-Петрівка»	Конкурент «Роздільський керамічний завод»
Ціна	1	1	1,25
Довговічність	0,4	0,3	0,5
Екологічність	0,5	0,5	0,3
Міцність	1,5	1,2	1,5
Морозостійкість	1,25	0,75	1

На підставі отриманих бальних оцінок будуюмо графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (рис. 5.1.1).

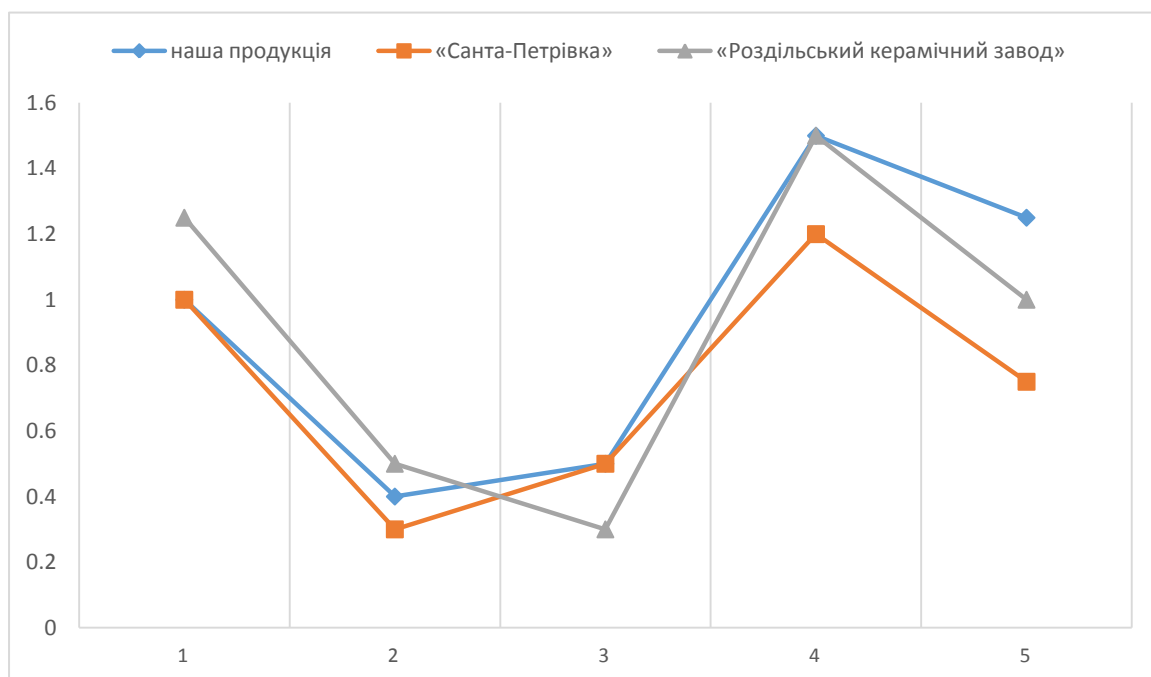


Рис. 5.1.1 – Графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами

Висновок: відповідно до отриманих результатів фактором переваги продукції нашого підприємства є морозостійкість. За показником «ціна» та «екологічність» у нашого підприємства є конкурент – компанія «Санта-Петрівка». За показником «довговічність» наша продукція не конкурує. За показником «міцність» наше підприємство конкурує з «Роздільським керамічним заводом».

Таким чином, наше підприємство повинно зосередитися на покращенні цінової позиції та забезпеченні довговічності.

Опитування споживачів та паспорт клієнта

Опитування проводиться серед потенційних споживачів, для встановлення потреб споживачів.

Анкета для опитування наведена в Додатку 1.

Паспорт клієнта «Епіцентр»

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Національна мережа будівельно-господарських гіпермаркетів «Епіцентр К»
2	Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	32490244
5	Місцезнаходження згідно реєстраційних документів	02139, м. Київ, вул. Братиславська, 11
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Оптово-роздрібна торгівля
7	Рівень спеціалізації	Багатопрофільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Комерційне, посередницьке
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Організація процесів	Безперервне
13	Робота протягом року	Позасезонне
14	Доля іноземного капіталу	Більше 10%
15	Формування статутного капіталу	Корпоративне
16	Засновано	2003 рік
17	Засновник	Герога Олександр Володимирович
18	Штаб-квартира	Київ
19	Територія діяльності	Україна
20	Ключові особи	Генеральний директор: Петро Михайлишин Фінансовий директор: Герога Галина Федорівна

21	Власники	Герєга Олександр (81,1%) Герєга Галина (18,7%) Суржик Тетяна (0,055%)
22	Продукція	Будівельні товари та матеріали
23	Виторг	28 147 млрд грн (2016)
24	Операційний прибуток EBIT	3 200 млрд грн (2016)
25	Чистий прибуток	2 434 млрд грн (2016)
26	Чисельність співробітників	20 931
27	Холдингова компанія	EmakS.p.A.
28	Дочірні компанії	18 підприємств
29	Асоціації	Європейська асоціація роздрібної торгівлі системи DIY
30	Володіння	Мережа «Епіцентр» Мережа «Нова лінія» Логістичний комплекс «Калинівка» Холдинг «Вінницька агро-промислова група» Онлайн магазин 27.ua
31	Мережа магазинів	46 гіпермаркетів
32	Сайт	Epicentrk.ua
33	Контактні дані	Центральний відділ: +38 (044) 886 3431 (факс) +38 (044) 886 34 53

«01» грудня 2018 р. Герєга Галина Федорівна

(П.І.Б. уповноваженої особи клієнта)

(підпис)

5.3 Складові калькуляції на розробку і реалізацію ідеї

Розрахунок вартості сировини і матеріалів

Розрахунок витрат сировини, матеріалів базується на формах витрат, встановлених галузевими нормами, стандартами і технологічним регламентом підприємства. Результати розрахунків приведені у вигляді табл. 5.3.1.

Табл. 5.3.1 – Розрахунок вартості сировини і матеріалів

Сировина та матеріали	Річна витрата		Затрати на од. продукції		
	Кіл-ть, т	Сума, грн	Кіль-ть, кг	Ціна, грн/т.	Сума, грн
Суглинок + Глина	184722	18472200	3.304	100	0.33

Розрахунок витрат на силову енергію визначається з сумарної потужності двигунів і встановлених тарифів на електроенергію. Потужності електродвигунів виробничого устаткування складають з таблиці 5.3.2.

Споживання електроенергії в рік визначається по формулі:

$$E_{\phi} = M_y \times K_{зв} \times K_o \times K_{зм} / (K_c \times n), \text{ де}$$

E_{ϕ} - фактично споживана енергія, кВт×година/рік;

M_y - фактично встановлена потужність приймачів;

$K_{зв}$ - коефіцієнт завантаження устаткування за часом, $K_{зв}=0,814$;

K_o - коефіцієнт одночасності роботи устаткування, $K_o=0,9$;

$K_{зм}$ - коефіцієнт електричного завантаження устаткування, $K_{зм}=0,9$

K_c - коефіцієнт, що враховує втрату електроенергії в мережі, $K_c=0,9$

n - ККД електродвигунів устаткування, $n=0,8$;

$$E_{\phi} = 2141472 \times 0,814 \times 0,9 \times 0,9 / (0,9 \times 0,8) = 530140,5 \text{ кВт} \times \text{година} / \text{рік};$$

Вартість спожитої електроенергії розраховується по одній ставці тарифу:

$$T_e = E_{\phi} \times C = 530140,5 \times 1,68 = 890636 \text{ грн.};$$

Витрати на зміст відповідного енергогосподарства, за даними підприємств, складає 10% від вартості фактично спожитої енергії :

$$P_e = 890636 \times 0,1 = 89063,6 \text{ грн.};$$

Заводську собівартість електроенергії встановлюють по формулі:

$$C_e = (T_e + P_e) / (E_{\phi} \times K_p) \text{ грн./кВт} \times \text{година};$$

де: T_e - вартість споживаної енергії, грн.;

P_e - витрати на зміст відповідного енергогосподарства;

E_{ϕ} - фактично споживана енергія, кВт×година /рік;

K_p - втрати електроенергії в мережі, $K_p = 0,95$;

$$C_e = (890636 + 89063,6) / (530140,5 \times 0,95) = 1,96 \text{ грн.};$$

V_g - річний випуск продукції;

Вартість на річну програму визначається:

$$C_{ел} = E_{\phi} \times C_e = 530140,5 \times 1,96 = 1039075,38 \text{ грн./рік};$$

Табл. 5.3.3 - Розрахунок витрат на різні види енергії і палива при річній програмі 26000000 шт/рік

Назва	Одиниці	Витрати на річний випуск продукції	Вартість одиниці., грн	Вартість на річну програму
Газ	м ³	3217200,00	8,165	26268438
Електроенергія	кВт×год /м ²	530140,5	1,96	1039075,38
Вода	м ³	1900000,00	5,144	9773600,00
Всього	-	-	-	37081113,4

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Розрахунок вартості нового устаткування з урахуванням транспортних, монтажних і інших витрат приведені в табл. 5.3.4

Табл. 5.3.4 - Розрахунок вартості придбання і монтажу нового устаткування

	Кількість, шт	Ціна, грн	Транспортно-заготівельні витрати, 1% от ціни, грн.	Витрати на монтаж обл., 10%	Інші витрати, 5%	Всього на обладнання	Норма амортизації, %	Сума амортизаційних відрахувань за рік, грн/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Піч	1	2000000	20000	200000	100000	2320000	10	232000
Сушило	1	650000	6500	65000	32500	754000	10	75400
Прес	1	180000	1800	18000	9000	208800	10	20880
Грейферний кран	3	60000	600	6000	3000	69600	10	6960
Ящичний живильник	2	96000	960	9600	4800	111360	10	11136
Глинорозпушувач	1	40000	400	4000	2000	46400	10	4640
Каменевидаляючі вальці	1	44000	440	4400	2200	51040	10	5104
Змішувач	2	96000	960	9600	4800	111360	10	11136
Вальці тонкого помелу	2	96000	960	9600	4800	111360	10	11136
Автомат різки та садки сирцю	1	256000	2560	25600	12800	296960	10	29696
Всього	15	-	-	-	-	4080880	-	408088

Розрахунок основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників

Фонд заробітної плати виробничих робітників встановлюють з їх облікової чисельності, тарифного розряду, тарифної ставки, днів роботи 1го робітника в рік, з урахуванням режиму роботи підприємства. Відповідно до відомчих норм технічного проектування прийнятий тризмінний режим роботи підприємства.

Виходячи з режиму роботи робітника і підприємства розраховують річний фонд робочого часу.

Табл. 5.3.5. - Режим роботи і річний фонд робочого часу одного робітника

Показники	Тривалість діб/рік, в умовах безперервного режиму Тривалість робочого дня 7 годин, роб.зміни 8 годин	Тривалість діб/рік, в умовах безперервного режиму Тривалість робочого дня 8 годин 12 хв.
Календарний режим роботи	365	365
Вихідні дні	91	109
Святкові дні	-	11
Номінальний фонд робочого часу	274	251
Невихід на роботу, в т.ч. відпустка	18	18
Хвороба	7.5	7.5
Декретна відпустка	4	4
Виконання держ.об.	1	1
Інші невиходи	0.5	0.5
Час роботи 1-го робочого	243	220

Ефективний фонд робочого часу робочого 1-го розряду в нормальних умовах роботи протягом року складає:

$$T_{\text{еф}}^p = 243 \cdot 8 = 1944$$

Тоді тарифна ставка не повинна складати менше ніж:

$$T_c = (3200 \cdot 12) / 1944 = 19,75$$

де: T_c - тарифна ставка робочого 1-го розряду грн./рік

3200 - мінімальний розмір заробітної плати, грн./міс

12 - кількість місяців в календарному році

Табл.5.3.6 - Річна витрата заробітної плати інженерно-технічного персоналу і службовців, на підставі місячних окладів

Посада	Кількість штатних одиниць	Встановлений оклад, грн.	Доплата за умови	Доплата за високі успіхи, грн.	Місячний оклад з надбавками, грн.	Річний фонд зарплати, грн.	Відрахування соц. страх, грн.
Начальник цеху масозаготівлі	1	7600	400	500	8500	102000	22440
Начальник цеху формовки та обпалу	1	7600	400	500	8500	102000	22440
Зам. начальника цеху масо заготівлі	1	6000	400	300	6700	80400	17688
Зам. начальника цеху формовки та обпалу	1	6000	400	300	6700	80400	17688
Технолог	1	5000	400	300	5500	66000	14520
Енергетик	1	4800	400	300	5500	66000	14520
Механік	1	4800	400	300	5500	66000	14520
Майстер цеху масозаготівлі	1	4800	400	300	5500	66000	14520
Майстер цеху формовки та обпалу	4	19200	1600	1200	22000	264000	58080
Разом	12	-	-	-	-	892800	196416
Кладовщик	2	4000	800		4800	57600	12672
Прибиральник	6	10800	2400		13200	158400	34848
Разом	8	-	-	-	-	216000	47520
Загалом	20	-	-	-	-	1108800	243936

Табл. 5.3.7 – Калькуляція собівартості

Стаття калькуляції	Витрати на весь випуск, грн.
--------------------	------------------------------

Сировина та матеріали	19588120
Газ	26268438
Енергозатрати	1039075,38
Вода	9773600
Відрахування на соц. заходи	243936
Затрати на експлуатацію та використання обладнання	408088
Заробітна плата	1108800
Разом	58430057,4
Загальнозаводські витрати (10%)	5843005,7
Повна собівартість	64273063,1

Розрахунок техніко-економічних показників підприємства

Рентабельність продукції розраховуємо по формулі:

$$P_n = (\Pi_o - C_n) / C_n \cdot 100,$$

де Π_o – оптова ціна продукції(для даної продукції $\Pi_o=3,3$ грн./шт)

C_n – повна собівартість продукції = 64273063,1 грн

Собівартість однієї цеглини - $C_n / 26000000 = 2,68$ грн./шт

$$P_n = (3,3 - 2,68) / 2,68 \cdot 100 = 23,1\%$$

Сума прибутку:

$$P_n = (3,3 - 2,68) \cdot 2400000 = 14880000 \text{ грн.}$$

Розрахунок капіталовкладення: $K = \text{ОФ} + \text{Обф}$ $K = 68353943,1$ грн.

ОФ – основні фонди, Обф – оборотні фонди.

Період повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{ок}} = K / P_n = 68353943,1 / 14880000 = 4,6 \text{ роки}$$

$$\text{Фондовіддача: } \Phi B = B / \text{ОФ}$$

B – випуск продукції

$$\Phi B = 24000000 / 4080880 = 5,88$$

$$\text{Фондоємність: } \Phi C = \text{ОФ} / B$$

$$\Phi\text{€}=4080880/24000000=0,17$$

Табл.5.3.8 – Техніко-економічні показники заводу з виробництва керамічної цегли

Показник	Проектний показник
Річний випуск продукції, шт	26000000
Кількість персоналу	100
Усього персоналу на заводі	120
Середньорічна випуск продукції, шт.	260000
Капіталовкладення,грн	68353943,1
Собівартість продукції, грн	2,68
Рентабельність продукції, %	23,1
Період повернення капіталовкладень, рік	4,6

Розрахунок ціни інноваційної пропозиції на ринку

Ціноутворення - це процес обґрунтування, затвердження та перегляду цін і тарифів, визначення їх рівня, співвідношення та структури.

Ціна, яку було встановлено для продажу цегли становить 3,3 грн/шт. Порівняємо ціну за різними методами ціноутворення на ринку.

1. Витратний метод

$$Ц=C + [3-5\% C] П$$

За розрахунками $C = 2,68$, тоді $П=C*5\%=0,134$ грн, а ціна $Ц=C+П=2,814$ грн/шт.

2. Параметричний метод

$$Ц_{\text{н}} = \frac{П_{\text{н}}}{П_{\text{б}}} * Ц_{\text{б}} * [K_{\text{г}}]$$

В якості параметру візьмемо міцність цегли на стиск:

$$П_{\text{б}} = 100 \text{ кгс/см}^2, П_{\text{н}} = 175 \text{ кгс/см}^2.$$

Значить:

$$Ц_{\text{н}} = \frac{175}{100} * 3,2 = 5,6 \text{ грн/шт}$$

3. Метод бальної оцінки ціни

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	Конкурент «Санта-Петрівка»	Конкурент «Роздільський керамічний завод»
Ціна	0,25	4	4	5
Довговічність	0,1	4	3	5
Екологічність	0,1	5	5	3
Міцність	0,3	5	4	5
Морозостійкість	0,25	5	3	4

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначаємо бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів (табл. 5.3.9).

Табл. 5.3.9 – Бальна оцінка характеристик продукції

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент «Санта-Петрівка»	Конкурент «Роздільський керамічний завод»
Ціна	1	1	1,25
Довговічність	0,4	0,3	0,5
Екологічність	0,5	0,5	0,3
Міцність	1,5	1,2	1,5
Морозостійкість	1,25	0,75	1
Сума	4,65	3,75	4,55

Розрахуємо нашу ціну, порівнюючи з конкурентною компанією «Роздільський керамічний завод». Ціна за одну цеглину складає 3 грн.

Ціна одного балу складає:

$$P_{16} = \frac{3}{4,55} = 0,66 \text{ грн}$$

Тоді ціна нашого виробу:

$$\text{Ц} = 0,66 * 4,65 = 3,069 \text{ грн/шт}$$

4. Конкурентний метод

Розглянуті вище компанії-конкуренти в загальному мають ціну на декоровану цеглу 3 - 4 грн/шт. Оскільки наша відрізняється за якістю (міцність вище) та кращими експлуатаційними властивостями, то наша ціна складатиме 4 грн/шт.

5. Метод точки беззбитковості

Точка беззбитковості – рівень виробництва, за якого величина доходу від реалізації готової продукції дорівнює витратам виробництва. Точка беззбитковості є важливою при обґрунтуванні доцільності функціонування підприємства, оскільки вона прямо пов'язана з одержанням бажаних фінансових результатів.

Точка беззбитковості:

$$\text{Д} = \text{С}$$

Дохід виробництва:

$$\text{Д} = \text{Ц} \cdot \text{Х}$$

Собівартість продукції:

$$\text{С} = \text{УП} + \text{УЗ},$$

де УП- умовно постійні витрати;

УЗ – умовно змінні витрати.

Умовно-постійні витрати:

$$\text{УП} = \text{А} + \text{Ц}_{\text{ел.заг.}} + \text{ЗП} = 40832067,34 \text{ грн/рік}$$

Умовно-змінні витрати:

$$\text{УЗ} = \text{С}_{\text{одн.продукції}} \cdot \text{Х} = 2,68 \cdot \text{Х},$$

де Х – кількість виготовленої продукції.

Знайдемо точку беззбитковості:

$$\text{Ц} \cdot \text{Х} = \text{С}_{\text{одн.продукції}} \cdot \text{Х} + \text{УП}$$

$$3,3 \cdot \text{Х} = 2,68 \cdot \text{Х} + 40832067,34$$

$$\text{Х} = 4619013 \text{ шт}$$

Отже, щоб забезпечити беззбитковість виробництва необхідно продавати не менше, ніж 4619013 шт цегли.

5.4 Аналіз джерел фінансування старту

Джерела фінансування:

1. Запозичені кошти (кредити, інвестиції, гранти, кошти громадських організацій)

2. Власні кошти

Нам необхідна сума 68353943 грн для старту виробництва та близько 500000 грн для маркетингових заходів.

Кредити:

1. КУБ (ПриватБанк): сума 500000 грн без застави, термін – 12 міс, щомісячна ставка – 2% на місяць на початкове тіло кредиту.

2. Кредити на розвиток бізнесу та фінансування інвестиційних витрат (Укрексімбанк): сума 500000 грн для маркетингу; під заставу у вигляді нерухомого майна, транспортних засобів та основних засобів виробництва, термін – до 12 місяців, процентна ставка від 17,5%.

ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації було запропоновано інноваційну енерго-ресурсозберігаючу технологію виробництва одинарної керамічної цегли нормального формату, із застосуванням золи-виносу, що сприяє вирішенню економічних та екологічних проблем.

На основі аналізу літературних та експериментальних даних визначено оптимальні технологічні параметри процесу (співвідношення глинистої сировини – зола-виносу, температура випалу тощо), які дозволяють підвищити техніко-економічні показники та якість продукції.

Тепло-технологічними розрахунками показано, що розроблена технологія дозволяє зменшити витрати палива на 11%.

На основі отриманих даних розроблено проект виробництва одинарної керамічної цегли нормального формату, продуктивністю 26 млн шт/рік.

Таким чином, здійснено вибір сировини, виконано матеріальний баланс виробництва та теплові розрахунки печі для випалу цегли, розглянуто основні питання з охорони праці й техніки безпеки. Проведено економіко-організаційні розрахунки. Розроблено схему автоматизації виробничої лінії.

Встановлено причини поліпшення сушильних властивостей глинистої сировини при використанні золи. Введення золи зменшує чутливість глини до сушіння і покращує якість висушених зразків.

Процес утворення міцної структури керамічного матеріалу на стадії випалу досягається за рахунок того, що зола – це близький за своїм складом до глинистої сировини матеріал, який вже пройшов процес спалювання, на відміну від глинистої сировини. Завдяки цьому вирівнюється градієнт температур при випалі кераміки, а як наслідок зменшується брак сушіння і випалу, таким чином підвищується якість керамічної цегли.

Виконано розрахунок матеріального балансу виробництва і тепло-технічний розрахунок основного тепло-технологічного агрегату.

У розділі «Автоматизація» розроблена автоматизація технологічної лінії виробництва керамічної цегли.

У розділі «Охорона праці» представлена низка заходів щодо усунення шкідливих і небезпечних чинників, вибрано освітлення на місцях роботи виробничого персоналу, розроблені заходи по електробезпеці, усуненню небезпеки рухомих механізмів, захист від виробничого шуму і вібрації, міри по пожежній безпеці.

У розділі «Стартап-проект» описано бізнес-ідею та проведено розрахунок складових калькуляції на розробку і реалізацію ідеї.

Представлена екологічно безпечна і економічно ефективна технологія керамічної цегли з покращеними характеристиками за рахунок введення в сировину золошлаків. Застосування золи-виносу вирішує екологічні питання з 2 сторін: заощадження глинистої сировини як природних ресурсів та утилізація промислових відходів.

Використання золи-винесення, яка за своїм складом близька доприродної сировини, дозволяє знизити витрати для виготовлення керамічної цегли, забезпечити ринок будівельних виробів доступним продуктом. Крім того, застосування золи-виносу в технології будівельних матеріалів дозволяє позбавити території, що знаходяться поблизу теплових електростанцій, від екологічно небезпечних золовідвалів, що може знизити рівень шкідливого впливу техногенних утворень на навколишнє середовище.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Виробництво будівельної кераміки [Електронний ресурс] // Всеукраїнська спілка виробників будматеріалів. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://avbmv.com.ua/>
2. Обсяг виробленої продукції підприємств [Електронний ресурс] // Державна служба статистики. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Методичні вказівки до виконання тепло- технологічної частини дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» студентами спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології кераміки та скла»/ Уклад.: М.М. Племянніков, А.П. Яценко, В.М. Павленко – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 42 с.
4. Величко Ю.М., Племянніков М.М., Бондаренко С.О. Метод. вказівки для студ. напрям підготовки: «Хімічна технологія». – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 71 с.
5. Величко Ю.М. Хімія і технологія кераміки. Високотемпературні процеси: навчальний посібник / Величко Ю.М., Племянніков М.М., Яценко А.П., Корнілович Б.Ю.; за ред. Чл.-кор. НАН України Б.Ю. Корніловича. – К.: «Освіта України», 2016. – 167 с.
6. Крупа А.А., Городов В.С. Химическая технология керамических материалов: Учебное пособие – К.: Выщашкол, 1990. – 399 с.
7. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2011. – 496 с.
8. Будівельний журнал: стан виробництва будматеріалів в Україні [Електронний ресурс] // Інформаційно-аналітичний журнал №3-4 (127-128) 2017. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://budjournal.com.ua/doc/full%203-4%202017.pdf>.
9. Будівельний журнал: ринок керамічних матеріалів в Україні [Електронний ресурс] // Інформаційно-аналітичний журнал №3-4 (133-

- 134) 2018. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:
<http://budjournal.com.ua/doc/full%203-4%202018.pdf>.
10. Сучасні технології та тренди у виробництві цегли [Електронний ресурс]
// Євротон: клінкерна цегла. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:
<https://euroton.com.ua/>.
11. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 «Цегла та камені керамічні рядові та лицьові.
Технічні умови»
12. ДСТУ Б В.2.7-245:2010 «Вироби керамічні клінкерні. Технічні умови»
13. ДСТУ Б В.2.7-60-97 «Сировина глиниста для
виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація»
14. ДСТУ Б А.1.1-54-94 «Сировина глиниста для
виробництва керамічних будівельних матеріалів. Терміни та визначення»
15. ДСТУ БА.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної і
робочої документації»
16. Проблеми, напрями та чинники сприяння розвитку внутрішнього ринку
України (реальний сектор економіки): кол. монограф. / [Дейнеко Л.В.,
Осташко Т.О., Точилін В.О. та ін.]; за ред. чл.-кор. НАНУ
А.І. Даниленка, д-ра екон. наук, проф. Л.В. Дейнеко; д-ра екон. наук,
проф. В.О. Точиліна; НАН України, Ін-т екон. та прогнозув. НАНУ. –
К., 2013. – 292 с., табл., рис.
17. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. –
М.: Стройиздат, 1968. – 267 с.
18. Опыт использования золы-уноса ТЭЦ в производстве керамического
кирпича. // журнал «Строительные материалы». – 2003. – №2. – С. 29.
19. Физико-химические процессы, протекающие при обжиге
золошлакокерамических материалов. // журнал «Строительные
материалы». – 2003. – №2. – С. 54–55.
20. Углеотходы - резерв расширения минерально-сырьевой базы полезных
ископаемых Украины. // Мінеральні ресурси України. – 2014. – №3. – С.
26–29.

- 21.Радіаційно-хімічна оцінка золошлакових відходів як сировини для виробництва будівельних матеріалів. // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2010. – №4. – С. 45–52.
- 22.Кошарский Б.Д. Справочник по приборам теплового контроля и авторегулирования для электростанций и промышленных котельных. – М.: Энергия, 1994. – 512 с.
- 23.Метод. вказівки до викон. розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах і роботах для магістрів хіміко-технологічного факультету / Уклад.: Н. А.Праховнік, Ю.О. Полукаров, О. В. Землянська – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 62 с.
- 24.Махновыч А.Т., Боханько Г.И. Охрана труда и противопожарная защита на предприятиях промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1978. – 247 с.
- 25.Ткачук К.Н. и др. Справочник по охране труда на химическом предприятии. К.: Техника, 1991. – 285 с.
- 26.Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
- 27.Розроблення стартап-проекту: рекомендації до виконання економічної частини магістерської дисертації [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О.А. Підлісна, Ю.В. Тюленєва. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 28 с.
- 28.Керамический кирпич с золой-уноса: дис. канд. техн. наук: 05.23.05. – Красково, 2003. – 122 с.
- 29.Положення про випускну атестацію студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] / Уклад.: В. П. Головенкін, В. Ю. Угольніков. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 98 с.
- 30.<http://map.land.gov.ua/kadastruva-karta>- Публічна кадастрова карта України.

31. ДБН В.1.4-0.01-97 «Система норм і правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Загальні положення»
32. ДБН В.1.4-1.01-97 «Система норм і правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні»